

Meat quality of non-castrated males (Holstein x Zebu), fattened in a silvopastoral system

Calidad de la carne de machos enteros (Holstein x Cebú) engordados en un sistema silvopastoril

J. Iraola Jerez, Yenny García Orta, L. M. Fraga Benítez and J. L. Hernández-Báez

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: jiraola@ica.co.cu

J. Iraola Jerez: <https://orcid.org/0000-0001-8521-948X>

Yenny García-Orta: <https://orcid.org/0000-0001-6740-2723>

L. M. Fraga-Benítez: <https://orcid.org/0000-0002-9697-4584>

J. L. Hernández-Báez: <https://orcid.org/0000-0001-7741-6563>

Meat quality of non-castrated males in finishing stage was evaluated in a silvopastoral system with *Leucaena leucocephala*, supplemented with corn meal. Thirty-nine animals of the same genetic group (5/8 Holstein x 3/8 Zebu) were used, sacrificed in three groups, of 13 animals each, at different ages (25, 29 and 33 months, respectively), according to the technical standards of the Meat Center of the Institute of Animal Science of the Republic of Cuba. Analysis of variance was performed to evaluate instrumental (color, temperature, pH, texture) and sensory indicators in meat samples taken from the *Longissimus dorsi* muscle between the tenth and thirteenth rib. The criterion of 60 randomly selected consumers was analyzed for the evaluation. The pH was also determined in two carcass muscles (*Semimembranosus* and *Longissimus dorsi*). A difference ($p < 0.01$) was observed in the luminosity indicator (L^*) between the youngest age group compared to the oldest. Tenderness values differed ($p < 0.01$) among all groups slaughtered at 25, 29 and 33 months (7.47, 8.82 and 9.75 kg, respectively). The youngest animals showed lower values of tenderness and greater luminosity with respect to the older groups.

Keywords: *cattle, grazing, beef*

During the last years, tourism has notably developed in Cuba. This can lead to an increased demand for meat products, including quality and certified beef. Research carried out in the island by Espinoza *et al.* (2008) reported that the crossbreeding of bovine mass reaches approximate values of 80 %, with different gradations of Holstein x Zebu. This requires greater attention to these cattle groups to discern their commercialization in select markets, with regard to characteristics such as meat tenderness, due to its economic importance (Liu *et al.* 2005 and Álvarez *et al.* 2019). Consequently, as there is no qualification or classification system for carcasses, it is difficult to certify carcass and meat quality, specifically in half-bred dairy animals.

Information is limited about the characterization and quality of meat of non-castrated males, from dairy herds (Holstein x Zebu) and finishing stage, in silvopastoral systems (Iraola *et al.* 2019). Information on liveweight and appropriate slaughter age in these genetic groups

Se evaluó la calidad de la carne de machos enteros en finalización en un sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala*, complementados con harina de maíz. Se utilizaron 39 animales de un grupo genético (5/8 Holstein x 3/8 Cebú), sacrificados en tres grupos, de 13 animales cada uno, a diferentes edades (25, 29 y 33 meses, respectivamente), según las normas técnicas del Centro Cárnico del Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba. Se realizó análisis de varianza para evaluar indicadores instrumentales (color, temperatura, pH, textura) y sensoriales en muestras de carne tomadas del músculo *Longissimus dorsi* entre la décima y decimotercera costilla. Se utilizó para la evaluación el criterio de 60 consumidores seleccionados al azar. También se determinó el pH en dos músculos de la canal (*Semimembranosus* y *Longissimus dorsi*). Se observó diferencia ($p < 0.01$) en el indicador luminosidad (L^*) entre el grupo de menor edad respecto a los de mayor. Los valores de terneza difirieron ($p < 0.01$) entre todos los grupos sacrificados a 25, 29 y 33 meses (7.47, 8.82 y 9.75 kg, respectivamente). Los animales de menor edad manifestaron menores valores de terneza y mayor luminosidad con respecto a los grupos de más edad.

Palabras clave: *ganado vacuno, pastoreo, carne de res.*

Durante los últimos años, el turismo se ha desarrollado notablemente en Cuba. Esto puede provocar incremento en la demanda de productos cárnicos, entre ellos la carne de res de calidad y certificada. Investigaciones realizadas en la Isla por Espinoza *et al.* (2008) informaron que el mestizaje de la masa vacuna alcanza valores aproximados de 80 %, con diferentes gradaciones de Holstein x Cebú. Esto exige mayor atención a estos grupos vacunos para discernir su comercialización en mercados selectos, en lo que respecta a atributos como la terneza de la carne, dada su importancia económica (Liu *et al.* 2005 y Álvarez *et al.* 2019). En consecuencia, al no disponer de un sistema de calificación o clasificación de canales, se dificulta certificar la calidad de la canal y la carne, específicamente en los animales mestizos lecheros.

Es limitada la información acerca de la caracterización y calidad de la carne de machos enteros, provenientes de rebaños lecheros (Holstein x Cebú) y finalizados en sistemas silvopastoriles (Iraola *et al.* 2019). También es insuficiente la información sobre el peso vivo y la edad de

is also insufficient so that indicators of meat quality can be established. Consequently, limited knowledge on beef has a significant influence on mastering how to produce and assess its quality. Therefore, it is necessary to continue research at the Institute of Animal Science (ICA, initials in Spanish), as a training center for human and technological resources for teaching and cattle rearing in Cuba. From these elements, the objective of this study was to evaluate meat quality in non-castrated Holstein x Zebu males, finished in a silvopastoral system with leucaena and supplemented with corn meal.

Materials and Methods

Location and animals. The research was carried out at the ICA Meat Center, located at 22° 53' N, 82° 02' W and 92 m a.s.l., in San José de las Lajas municipality, Mayabeque, Republic of Cuba. Thirty-nine non-castrated males of a genetic group 5/8 Holstein x 3/8 Zebu were used, finished during dry season (November-April), in a silvopastoral system with leucaena and supplemented with corn meal, at a rate of 1 kg.animal⁻¹. Meat quality evaluation was carried out in three groups of 13 animals each, corresponding to three ages at slaughter (25, 29 and 33 months), with mean liveweights of 420, 432 and 441 kg, respectively.

Experimental conditions. The animals were transferred to the meat processing plant at ICA, as they reached the mentioned ages. Each group remained 24 h in shaded corrals and water ad libitum. The slaughter was carried out according to the quality and technical standards established in the meat plant. At the end of slaughter, carcasses were kept for 24 h between 0 and 5.5 °C.

Carcass indicators. pH measurements were performed to all animals in two muscles of the left carcass: *Semimembranosus* (hindquarters) and *Longissimus dorsi* (loin) at 45 min. and at 24 h after slaughter, with the help of a Portable pH Meter®, a digital meat penetration equipment, previously calibrated with pH 4.00 and 7.00 buffer solutions.

Meat analysis. The methodology described by Alvarez *et al.* (2014) was adapted for the instrumental analysis of samples taken from the loin between the 10th and 13th ribs, 24 h after the animals were slaughtered. Color readings for meat were performed, at least, at five points on each sample. Coordinates of luminosity (L*), red-green color (a*) and yellow pigmentation (b*) were recorded, indicating luminosity and red and yellow color indexes, respectively. The determination of these readings was conducted with the help of a colorimeter (CROMA-MATER® model). The pH was also specified in each loin sample with the help of the Portable pH Meter®.

For measuring the instrumental texture, after 24 h, loin samples were frozen at -21 °C. They were kept at

sacrificio apropiada en estos grupos genéticos, de modo que se puedan establecer indicadores en la calidad de la carne. En consecuencia, el conocimiento limitado sobre la carne de res influye considerablemente en dominar la forma de producir y evaluar su calidad. Por consiguiente, es necesario continuar las investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), como un centro formador de recursos humanos y tecnológicos para la docencia y la ganadería en Cuba. A partir de estos elementos, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de la carne en machos enteros Holstein x Cebú, finalizados en un sistema silvopastoril con leucaena y complementados con harina de maíz.

Materiales y Métodos

Localización y animales. La investigación se realizó en el Centro Cárnico del ICA, localizado a 22° 53' de latitud Norte, a los 82° 02' de longitud Oeste y 92 m s.n.m., ubicado en el municipio San José de las Lajas, Mayabeque, República de Cuba. Se utilizaron 39 machos enteros de un grupo genético 5/8 Holstein x 3/8 Cebú, finalizados durante el período poco lluvioso (noviembre-abril) en un sistema silvopastoril con leucaena y complementados con harina de maíz, a razón de 1 kg.animal⁻¹. La evaluación de la calidad de la carne se realizó en tres grupos de 13 animales cada uno, correspondiente a tres edades al sacrificio (25, 29 y 33 meses), con pesos vivos promedio de 420, 432 y 441 kg, respectivamente.

Condiciones experimentales. Los animales se trasladaron al frigorífico del ICA, según alcanzaron las edades mencionadas. Cada grupo permaneció 24 h en corraletas con sombra y agua a voluntad. El sacrificio se realizó según las normas técnicas y de calidad establecidas en el frigorífico. Al terminar el faenado, las canales se conservaron durante 24 h entre 0 – 5.5 °C.

Indicadores en la canal. Se realizaron mediciones de pH a todos los animales en dos músculos de la canal izquierda: *Semimembranosus* (cuarto trasero) y *Longissimus dorsi* (lomo) a los 45 min. y a las 24 h de sacrificio, con ayuda de un equipo de penetración digital de la carne pH METRO PORTATIL®, previamente calibrado con soluciones amortiguadoras de pH 4.00 y 7.00.

Análisis de la carne. Se adaptó la metodología descrita por Álvarez *et al.* (2014) para el análisis instrumental a muestras tomadas del lomo entre la 10a y 13a costillas, luego de las 24 h de sacrificados los animales. Las lecturas de color para carne se efectuaron, al menos, en cinco puntos de cada muestra. Se registraron las coordenadas luminisidad (L*), color rojo-verde (a*) y pigmentación amarilla (b*), que indican luminisidad e índices de color rojo y amarillo, respectivamente. La determinación de estas lecturas se hizo con ayuda de un colorímetro (modelo CROMA-MATER®). También con el auxilio del pH METRO PORTATIL® se precisó el pH en cada muestra de lomo.

Para la medición de la textura instrumental, luego de las 24 h, las muestras de lomo se congelaron a

this temperature until their analysis in the laboratories of the Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria de Cuba (IIIA, initials in Spanish). The Warner-Bratzler blade, mounted on a texture analyzer (TA HD plus Texture Analyzer, Stable Micro Systems®), was used. Muscle hardness was determined by recording the maximum effort kg/cm² to cut the sample.

Additionally, loin samples were subjected to sensory analysis with the participation of 60 consumers, randomly selected among ICA workers, who had the opportunity to give their opinion for each slaughtered group. Out of these consumers, 67 % were men, 60 % had an average age between 20 and 40 years and 40 % between 41 and 65 years. The methodology developed by Álvarez *et al.* (2014) was adapted for the analysis with score values between 1 and 5, being 1 the least desired value and 5 the optimal value they can select. Panelists were asked their opinion on texture (hardness), juiciness, and acceptability.

Statistical analysis. Mixed models were applied from a PROC MIXED. The age range was included as a fixed effect and the slaughter management of animals and residual error were considered as random effects. The general model and its effects are described below:

$$Y_{ijl} = \mu + R_i + b_j + e_{ijl}$$

Where:

Y_{ijl} = value of the measured indicators

μ = general mean of the observations

R_i = effect of the i -th age in months at slaughter ($i = 25, 29$ and 33)

b_j = random effect of animal slaughter ($j = 1, 2, \dots, 39$)

e_{ijl} = random error related to observations

For the effects that were significant in the model ($p < 0.05$), the multiple comparison test was applied for means, according to the Tukey-Kramer test (Kramer 1956). The corresponding link function was used in the model applied for studying the consumer test, which allowed to describe the specific link function and obtain the retransformed means. The information processing was carried out with the help of SAS program (2013).

Results and Discussion

Table 1 shows mean pH values, recorded at 45 min. and at 24 h postmortem in the two analyzed muscles. No difference was found ($p > 0.05$) among evaluated ages. This result was similar to values described for loin samples (table 2). According to Pérez-Linares *et al.* (2015), pH at 24 h agreed with the acceptable ranges of *rigor mortis*, as a quality indicator for beef.

Regarding meat color in loin samples (table 2), a difference ($p < 0.01$) was found for L^* values between

-21 °C. Se conservaron a esta temperatura hasta su análisis en los laboratorios del Instituto de Investigaciones de la Industria Alimentaria de Cuba (IIIA). Se utilizó la cuchilla Warner-Bratzler, montada en un texturómetro (Analizador de textura TA HD plus, Stable Micro Systems®). Se determinó la dureza del músculo mediante el registro del esfuerzo máximo kg/cm² para cortar la muestra.

Adicionalmente, a las muestras de lomo se les realizó análisis sensoriales con la participación de 60 consumidores, seleccionados al azar entre los trabajadores del ICA, quienes tuvieron la posibilidad de dar su opinión para cada uno de grupos sacrificados. De estos consumidores, 67 % fueron hombres, 60 % tenía una edad promedio entre 20 y 40 años y 40 % entre 41 y 65 años. Se adaptó la metodología desarrollada por Álvarez *et al.* (2014) para el análisis con valores de puntuación entre 1-5, donde 1 es el valor menos deseado y 5 el valor óptimo que pueden seleccionar. A los panelistas se les pidió su opinión acerca de la textura (dureza), jugosidad y aceptabilidad.

Análisis estadístico. Se aplicaron modelos mixtos a partir de un PROC MIXED. Se incluyó como efecto fijo el rango de edad y como efectos aleatorios, el manejo de sacrificio de los animales y el error residual. A continuación se describe el modelo general y sus efectos:

$$Y_{ijl} = \mu + R_i + b_j + e_{ijl}$$

Donde:

Y_{ijl} = valor de los indicadores medidos

μ = media general de las observaciones

R_i = efecto del i -ésimo edad en meses al sacrificio ($i = 25, 29$ y 33)

b_j = efecto aleatorio de sacrificio de los animales ($j = 1, 2, \dots, 39$)

e_{ijl} = error aleatorio asociado a las observaciones

Para los efectos que resultaron significativos en el modelo ($p < 0.05$), se aplicó la prueba de comparación múltiple para las medias, según la dócima de Tukey-Kramer (Kramer 1956). Se utilizó la función de enlace correspondiente en el modelo empleado para el estudio de prueba de consumidores, que permitió describir la función de enlace específica y obtener las medias retransformadas. El procesamiento de la información se realizó con la ayuda del programa SAS (2013).

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestran los valores promedio de pH, registrados a los 45 min. y a las 24 h postmortem en los dos músculos analizados. No se encontró diferencia ($p > 0.05$) entre las edades evaluadas. Este resultado fue similar a los valores descritos para las muestras de lomo (tabla 2). De acuerdo con Pérez-Linares *et al.* (2015), el pH a las 24 h estuvo de acuerdo con los rangos aceptables en el rigor postmortem, como un indicador de calidad para la carne vacuna.

En lo que concierne a la coloración de la carne en

Table 1. Mean values for pH in two muscles of bovine males (5/8 Holstein x 3/8 Zebu)

Indicators	Age at slaughter, months			SE ±	P value
	25	29	33		
pH (45 minutes)					
Loin*	6.31	6.18	6.64	0.11	0.1210
Hindquarter*	6.62	6.40	6.70	0.09	0.1311
pH (24 hours)					
Loin	5.80	5.71	5.70	0.13	0.1100
Hindquarter	5.72	5.80	5.80	0.05	0.1920

*Hindquarter (*Semimembranosus*) and loin (*Longissimus dorsi*)

SE: standard error

Table 2. Meat color, pH and texture parameters of loin samples of non-castrated males (5/8 Holstein x 3/8 Zebu)

Indicators	Age at slaughter, months			SE±	P value
	25	29	33		
Luminosity (meat)	37.16 ^a	35.58 ^b	35.16 ^b	0.03	0.0032
Index a* (meat)	13.16	12.92	13.00	0.04	0.6060
Index b* (meat)	7.46	7.31	7.38	0.02	0.9242
pH	5.77	5.78	5.81	0.04	0.5212
Texture (after <i>rigor mortis</i>)					
Maximum cut strength, kgf	7.47 ^c	8.82 ^b	9.75 ^a	0.01	0.0027

SE: standard error

the younger group with respect to the older ones. The pH values and the b* and a* index did not differ among groups.

Although a lower measure of meat luminosity was found in older age groups, the three evaluated achieved L* scores higher than 33, considered as acceptable for commercialization, as reported by De la Cruz *et al.* (2019). However, the percentage decrease of luminosity, of approximately 5 %, in the groups with the oldest slaughter age, could be related to the reports of Fiems *et al.* (2000) and Fiorentini (2018) about feeding system, age at slaughter and adiposity in meat, among other factors. In this regard, Rearte (2003) referred that, in animals fattening finished in grazing, the chemical components contained in the lipid fraction could pass into meat and affect its color with age. This is explained by the components derived from carotenes, which are not totally degraded in the rumen, due to their fat solubility, and because they can cause a yellowish tone to carcass. In addition, the observed values of a* and b* are considered red colorations, characteristic of the meat of cattle finished in grazing, according to findings of several authors (Muchenje *et al.* 2009, Ripoll *et al.* 2012, Panea *et al.* 2016 and González *et al.* 2019), who pointed it out as a very important trait in beef production, specifically for its commercialization (Casasús *et al.* 2012, Legako *et al.* 2018 and Peregrino *et al.* 2018).

Regarding meat toughness, a difference ($p < 0.01$) was found among groups. It was determined that the values of resistance to cut strength increased with

las muestras del lomo (tabla 2), se encontró diferencia ($p < 0.01$) para los valores de L* entre el grupo de menor edad con respecto a los de mayor edad. Los valores de pH y el índice b* y a* no difirieron entre grupos.

Aunque se encontró menor medida de luminosidad de la carne en los grupos de mayor edad, los tres evaluados alcanzaron puntuaciones de L* superiores a 33, consideradas aceptables para su comercialización, según lo informado por De la Cruz *et al.* (2019). Sin embargo, la disminución porcentual de la luminosidad, de 5 % aproximadamente, en los grupos con mayor edad al sacrificio, se pudo relacionar con lo argumentado por Fiems *et al.* (2000) y Fiorentini *et al.* (2018) acerca del sistema de alimentación, edad al sacrificio y adiposidad en la carne, entre otros factores. Al respecto, Rearte (2003) refirió que en animales finalizados en pastoreo, los componentes químicos contenidos en la fracción lipídica podrían pasar a la carne y afectar su color con la edad. Esto se explica por los componentes derivados de los carotenos, que no se degradan totalmente en rumen, debido a su liposolubilidad, y a que pueden ocasionar un tono amarillento a la canal. En adición, los valores observados de a* y b* se consideran coloraciones rojas, característica de la carne de vacunos finalizados en pastoreo, de acuerdo con lo referido por varios autores (Muchenje *et al.*, 2009, Ripoll *et al.* 2012, Panea *et al.* 2016 y González *et al.* 2019), quienes la señalan como un rasgo muy importante en la producción de carne de res, específicamente para su comercialización (Casasús *et al.* 2012, Legako *et al.* 2018 y Peregrino *et al.* 2018).

Con respecto a la dureza de la carne, se encontró diferencia ($p < 0.01$) entre grupos. Se determinó

age by 18 % and 30 %, with respect to the younger group.

In this study, in the three evaluated groups, tenderness values were superior to 6 kgf, a figure that, according to Casasús *et al.* (2012), indicate that it is a tender meat after *rigor mortis*, and that conditions meat quality in select markets. However, for the youngest group, the meat could be considered as having intermediate toughness, in correspondence with similar results recorded in Mexico by Gastón *et al.* (2010) for Holstein x Zebu crossbred animals.

In this research, these results could be conditioned by several factors in the fattening system. They are related to certain management and feeding elements in a silvopastoral system with energy supplementation (1 kg.animal⁻¹ of corn meal), age at slaughter, genetic group, among others that affected meat tenderness. Torres *et al.* (2014) pointed out that the different blood gradations of *Bos indicus*, presented by Holstein x Zebu crossbred animals can affect growth rate, reflected in their late maturity, which affects meat quality and its commercial value.

This genotype factor could have a direct relationship with the tenderness obtained in this study. Another element that is related to the recorded hardness results agree of Pinilla (2014), who stated that as the age at slaughter increases in cattle, type I collagen is the largest constituent of skeletal muscles, and this has a positive correlation with the increase of meat toughness. Thus, the productive results in Cuba in silvopastoral systems with non-castrated mestizo males offer a practical possibility for its completion (Iglesias *et al.* 2017 and Iraola *et al.* 2019). However, other studies with crossbred animals in these silvopastoral systems, with or without energy supplementation, that exceed 400 kg at slaughter and age inferior to 25 months, are required to discern on tenderness and other meat parameters. This would enable the commercial livestock sector to contribute to the demand for quality beef in the touristic sector of the country.

Regarding pH values, at 24 h in loin samples, results agree with those reported by different authors, according to the expectations in beef. These values are between 5.3 and 5.9 (Coleman *et al.* 2016 and Legako *et al.* 2018). Figures registered in loin samples of animals fattening in silvopastoral systems (L*, a* and b*) and pH between 5.7 and 5.8 are among the acceptable ranges for the characterization of commercial beef. This helps to confirm the absence of dark, firm and dry (DFD) meat in *rigor mortis* or meat maturation (Iraola *et al.* 2016 and Panea *et al.* 2016). However, instrumental results corroborated that tenderness parameters are not the most desired for a select market.

Differences (p <0.01) were found among the opinions of untrained panelists, only for the sensory

que los valores de resistencia a la fuerza de corte se incrementaron con la edad en 18 % y 30 %, respecto al grupo de menos edad.

En este estudio, en los tres grupos evaluados, los valores de ternura fueron superiores a los 6 kgf, cifra que de acuerdo con Casasús *et al.* (2012) indica que se trata de una carne tierna posterior al rigor postmortem, y que condiciona la calidad de la carne en mercados selectos. No obstante, para el grupo de menor edad, la carne se podría considerar como de dureza intermedia, en correspondencia con resultados similares registrados en México por Gastón *et al.* (2010) para animales mestizos Holstein x Cebú.

En esta investigación, estos resultados pudieron estar condicionados por varios factores en el sistema de engorde. Tienen que ver con determinados elementos de manejo y alimentación en un sistema silvopastoril con complementación energética (1 kg.animal⁻¹ de harina de maíz), la edad al sacrificio, el grupo genético, entre otros que afectaron la ternura de la carne. Torres *et al.* (2014) señalaron que las diferentes gradaciones de sangre *Bos indicus*, que presentan los animales mestizos Holstein x Cebú pueden afectar el ritmo de crecimiento, reflejado en su madurez tardía, lo que incide negativamente en la calidad de la carne y su valor comercial.

Este factor del genotipo pudo tener una relación directa con la ternura obtenida en este estudio. Otro elemento que se relaciona con los resultados de dureza registrados se corresponden con los argumentos de Pinilla (2014), quien refiere que en la medida que se incrementa la edad al sacrificio en vacunos, el colágeno tipo I es el mayor constituyente de los músculos esqueléticos, y esto tiene una correlación positiva con el incremento de dureza de la carne. Así, los resultados productivos obtenidos en Cuba en sistemas silvopastoriles con machos enteros mestizos ofrecen una posibilidad práctica para su finalización (Iglesias *et al.* 2017 e Iraola *et al.* 2019). Sin embargo, se precisa de otros estudios con animales mestizos en estos sistemas silvopastoriles, con complementación energética o sin ella, que sobrepasen los 400 kg al sacrificio y edad inferior a 25 meses, para discernir acerca de la ternura y otros parámetros de la carne. Esto posibilitaría al sector ganadero comercial contribuir con la demanda de carne de res de calidad en el sector turístico del país.

Con respecto a los valores de pH, a las 24 h en muestras de lomo, los resultados obtenidos concuerdan con lo informado por diferentes autores, en lo que respecta a lo esperado en la carne vacuna. Estos valores se encuentran entre 5.3 y 5.9 (Coleman *et al.* 2016 y Legako *et al.* 2018). Las cifras registradas en las muestras de lomo de animales finalizados en silvopastoreo (L*, a* y b*) y pH entre 5.7 y 5.8 se hallan entre los rangos aceptables para la caracterización de la carne de res comercial. Esto ayuda a confirmar la ausencia de carne oscura, firme y seca (OFS) en el rigor postmortem o maduración de la carne (Iraola *et al.* 2016 y Panea *et al.* 2016). Sin embargo, los resultados instrumentales corroboraron que los indicadores de ternura no son los más deseados para un mercado selecto.

indicator of hardness. The other indicators did not differ. Subjective opinions of consumers, regarding juiciness and acceptability of meat, were very homogeneous. However, it was very interesting that there was a higher percentage of panelists who identified a meat of less toughness in the group of animals slaughtered at a younger age (table 3).

Se encontraron diferencias ($p < 0.01$) entre las opiniones de los panelistas no entrenados, solamente para el indicador sensorial de dureza. Los otros indicadores no difirieron. Las opiniones subjetivas de los consumidores, referentes a la jugosidad y aceptabilidad de la carne, fueron muy homogéneas. Sin embargo, resultó muy interesante que se manifestara un mayor porcentaje de

Table 3. Results of the sensory test (1-5) of meat samples from *L. dorsis* to a group of consumers

Indicators	Age at slaughter, months			SE ±	P value
	25	29	32		
Hardness*	3.10 ^a (62.08 %)	2.84 ^b (56.88 %)	2.80 ^b (56.08 %)	0.05	0.0050
Juiciness*	2.31 (46.23 %)	2.22 (44.46 %)	2.27 (45.38 %)	0.07	0.2883
Acceptability*	4.13 (82.62 %)	4.10 (82.00 %)	4.10 (82.00 %)	0.06	0.2331

* transformed data

() percentage values of the real total

The results of the untrained consumer taste test should not be considered conclusive. The instrumental hardness values showed a certain relationship with the results of panelists. However, according to Shackelford *et al.* (2001) and Della-Rosa *et al.* (2017), these are the main aspects that are related to meat quality during its consumption. This helps to confirm that, in order to achieve animals with lower meat toughness in silvopastoral systems, so that it is juicier and more acceptable for its consumption, the slaughter age should be shortened and, obviously, the DMG rate would have to be increased to aspire to obtain heavier carcasses and quality meat with this genotype. This will satisfy the expectations of consumers who demand meat from grazing animals.

It is concluded that, in the fattening conditions in silvopastoral systems with leucaena, the animals slaughtered at a younger age showed lower values of tenderness and greater meat luminosity, with respect to those that are part of the two oldest groups at slaughter.

Acknowledgements

Thanks to the project “Improving the productive efficiency of the agroindustrial chain of beef in Cuba from sustainability and preservation of the environment that allows a social impact.” Gratitude is also expressed to the Experimental Meat Center of the Institute of Animal Science and to the workers who participated in the tests carried out.

Conflict of interest

Authors declare that there is no conflict of interests.

Author's contribution

J. Iraola Jerez: Idea, research design and paper writing t

panelistas que identificó una carne de menos dureza en el grupo de animales sacrificados a menor edad (tabla 3).

Los resultados de la prueba de degustación a consumidores no entrenados no se deben considerar concluyentes. Los valores de dureza instrumental presentaron determinada relación con los resultados de los panelistas. No obstante, de acuerdo con Shackelford *et al.* (2001) y Della-Rosa *et al.* (2017), son estos los principales aspectos que se relacionan con la calidad de la carne durante su consumo. Ello ayuda a confirmar que para lograr animales con menor dureza de la carne en sistemas silvopastoriles, de modo que esta sea más jugosa y aceptable en su consumo, se debe acortar la edad al sacrificio y, obviamente, habría que incrementar la tasa de GMD para aspirar a obtener canales más pesadas y carne de calidad con este genotipo, para poder satisfacer las expectativas de los consumidores que demandan la carne de animales en pastoreo.

Se concluye que en las condiciones de engorde en sistemas silvopastoriles con leucaena, los animales sacrificados a menor edad manifestaron menores valores de ternura y mayor luminosidad de la carne, con respecto a aquellos que forman parte de los dos grupos de mayor edad al sacrificio.

Agradecimientos

Se agradece al 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 además, gratitud al Centro Cárnico Experimental del Instituto de Ciencia Animal y a los trabajadores que participaron en las pruebas realizadas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflicto de

Yenny García Orta: Data analysis and statistical processing
 L. M. Fraga Benítez: Design of statistical models
 J. L. Hernández: Conduct of research and data analysis

intereses
 Contribución de los autores
 J. Iraola Jerez: Idea, diseño de la investigación y escritura del manuscrito
 Yenny García Orta: Análisis de datos y procesamiento estadístico
 L. M. Fraga Benítez: Diseño de modelos estadísticos
 J. L. Hernández: Conducción de la investigación y análisis de datos

References

- Álvarez, M., Alonso, A. & Torres, C. 2019. "Procedure for the closure of the production chain of bovine meat in livestock entities". *Cooperativismo y Desarrollo COODES*, 7(3): 435-443, ISSN: 2310-340X.
- Álvarez, R., Valera, M. & Alcalde, M.J. 2014. "Nota técnica. Carne de vacuno normal vs. DFD: valoración por un panel de consumidores y comparación mediante pH y color". *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 110(4): 368-373, ISSN: 2386-3765. <http://dx.doi.org/10.12706/itea.2014.023>.
- Casasús, I., Ripoll, G. & Albertí, P. 2012. "Inclusión de silo de maíz en las dietas de cebo de terneras: rendimientos técnico-económicos y calidad de la canal y de la carne". *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 108(2): 191-206, ISSN: 2386-3765.
- Coleman, L.W., Hickson, R.E., Schreurs, N.M., Martin, N.P., Kenyon, P.R., Lopez-Villalobos, N. & Morris, S.T. 2016. "Carcass characteristics and meat quality of Hereford sired steers born to beef-cross-dairy and Angus breeding cows". *Meat Science*, 121: 403-408, ISSN: 0309-1740. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.07.011>.
- de la Cruz, L.A., Romero-Peñuela, M., Gustavo, C., Berdugo-Gutiérrez, J., Reyes, J. & Roldan, P. 2019. "Características fisicoquímicas y organolépticas en la carne de búfalo de agua y sus diferencias con la carne del ganado cebú". *Entorno Ganadero*, 93: 84-96, ISSN: 2395-9592.
- Della-Rosa, M.M., Papaleo-Mazzucco, J. & Aello, M.S. 2017. "Relación de la dieta con el color y la terneza de la carne vacuna". *Archivos de Zootecnia*, 66(255): 461-469, ISSN: 0004-0592.
- Espinoza, J., Palacios, A., Guerra, D., González, D., Ortega, R. & Rodríguez, F. 2008. "Comparación de dos modelos para la estimación de parámetros y valores genéticos del peso en ganado Cebú". *Agrociencia*, 42(1): 29-36, ISSN: 2301-1548.
- Fiems, L.O., de Campeneere, S., de Smet, S., Van de Voorde, G., Vanaker, J.M. & Boucque, Ch.V. 2000. "Relationship between fat depots in carcasses of beef Bulls and effect of meat colour and tenderness". *Meat Science*, 56(1): 41-47, ISSN: 0309-1740. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00017-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00017-6).
- Fiorentini, G., Santana, M.O., Messana, J.D., Valente, A.L.S., Arter, C.J.H., Rabelo, C.H.S., Barbero, R., Lanna, D.P.D., Reis, R.A. & Berchielli, T.T. 2018. "Effect of lipid sources on fatty acid profiles of meat from pasture and feedlot finished Nellore bulls". *Livestock Science*, 211: 1-36, ISSN: 1871-1413. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.03.006>.
- Gastón, R., Torrecano, U., Sánchez, A., Vázquez, M., Paz, R. & Pardo, D.A. 2010. "Characterization of bovine carcasses and meat from animals fattened in Central Sonora". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(2): 157-168, ISSN: 2448-6698.
- González, M., Garcés, P., López, L.H., Braña, D. & González, E. 2019. "Efecto de la suplementación con minerales de fuentes queladas o inorgánicas y vitamina E en la calidad y estabilidad oxidativa de la carne de bovinos". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(4): 387-854, ISSN: 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4847>.
- Humada, M.J., Sañudo, C., Cimadevilla, C. & Serrano, E. 2013. "Efecto del sistema de producción y la edad de sacrificio sobre parámetros productivos, calidad de la canal y rendimiento económico de la producción de terneros y añejos de raza Tudanca". *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 109(2): 183-20, ISSN: 2386-3765. <http://dx.doi.org/10.12706/itea.2013.012>.
- Iglesias, J.M., Simón, L. & Martín, G.J. "Sistemas silvopastoriles en el contexto cubano". *Agroecología*, 12(1): 75-82, ISSN: 1989-4686.
- Iraola, J., Fraga, L.M., García, Yenny, Hernández, J.L. & Tuero, O. 2016. "Evaluación de canales de bovinos machos engordados en sistemas silvopastoriles". *Avances en Investigación Agropecuaria*, 20(1): 31-42, ISSN: 0188-7890.
- Iraola, J., García, Yenny, Fraga, L.M., Monteagudo, F., Albelo, D., Hernández, J.L. & Tuero, O. 2019. "Efecto del biotipo en el comportamiento productivo y la calidad de la carne de toros en silvopastoreo". *Revista de Pastos y Forrajes*, 42(4): 309-313, ISSN: 2078-8452.
- Kramer, C.Y. 1956. "Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications". *Biometrics*, 12(3): 307-310, ISSN: 1541-0420. <https://doi.org/10.2307/3001469>.
- Legako, J.F., Cramer, T., Yardle, K., Murphy, T.J., Gardner, T., Chail, A., Pitche, L.R. & McAdam, J.W. 2018. "Retail stability of three beef muscles from grass-legume and feedlot-finished cattle". *Journal of Animal Science*, 96(6): 2238-2248, ISSN: 1525-3163. <http://doi.org/10.1093/jas/sky125>.
- Liu, Y., Mao, Y., Zhang, Y., Liang, M.R., Wang, M.R., Zhu, L., Meng, X. & Luo, X. 2015. "Pre-rigor temperature control of Chinese yellow cattle carcasses to 12-18 °C during chilling improves beef tenderness". *Meat Science*, 100: 139-144, ISSN: 0309-1740. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.006>.
- Loredo-Osti, J., Sánchez-López, E., Barreras-Serrano, A., Figueroa-Saavedra, F., Pérez-Linares, C., Ruiz-Albarrán, M. & Domínguez-Muñoz, Á. 2018. "An evaluation of environmental, intrinsic and pre and post-slaughter risk factors associated to dark-cutting beef in a Federal Inspected Type slaughter plant". *Meat Science*, 150: 1-29, ISSN: 0309-1740. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.006>.

- org/10.1016/j.meatsci.2018.12.007.
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P., Hugo, A. & Raats, J. 2009. "Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review". *Food Chemistry*, 112(2): 279-289, ISSN: 0308-8146. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.103>.
- Panea, B., Ripoll, G., Sañudo, C., Olleta, J.L. & Albertí, P. 2016. "Calidad instrumental de la carne de terneros procedentes del cruce industrial de la raza Retinta". *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 112(3): 286-300, ISSN: 2386-3765. <http://dx.doi.org/10.12706/itea.2016.018>.
- Peregrino-Peña, I.Y., Pérez-Villarreal, H.H., Mayett-Moreno, Y. & Arvizu-Barrón, E. 2018. "Factores que influyen en la calidad y decisión de compra de carne res en Chiapas, México". *Nacameh*, 12(1): 1-14, ISSN: 2007-037.3
- Pérez-Linares, C., Barrera, A., Sánchez, E., Herrera, B. & Figueroa-Saavedra, F. 2015. "Efecto del cambio en el manejo antemortem sobre la presencia de carne DFD en ganado bovino". *Revista MVZ Córdoba*, 20(3): 4688-4697, ISSN: 0122-0268. <https://doi.org/10.21897/rmvz.39>.
- Pinilla, Y.C. 2014. Efecto de SNPs de genes candidatos asociados a textura de la carne en bovinos *Bos indicus* y sus cruces. MSc. Thesis. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, pp. 15-38, Available: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52166>.
- Rearte, D. 2003. Calidad de carne en los sistemas pastoriles. Sitio Argentino de Producción Animal, pp.13-18, Available: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/64-calidad_carne_pastoril.pdf.
- Ripoll, G., Panea, B. & Albertí, P. 2012. "Apreciación visual de la carne bovina y su relación con el espacio de color CIELab". *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 108(2): 222-232, ISSN: 2386-3765.
- SAS. 2013. SAS/STAT® 9.1.3 User's Guide. Version 9.1.3. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.
- Shackelford, S.D., Wheeler, T.L., Meade, M.K., Reagan, J.O., Byrnes, B.L. & Koohmaraie, M. 2001. "Consumer impressions of tender select beef". *Journal of Animal Science*, 79(10): 2605-2614, ISSN: 1525-3163. <https://doi.org/10.2527/2001.79102605x>.
- Torres, P. & Aranguren, J. 2014. Cap. 21. Marcadores genéticos para el mejoramiento de la terneza de la carne. In: Logros y desafíos de la ganadería de doble propósito. González-Stangnaro, C., Madrid-Bury, N. & Soto-Belloso, E. (eds). Ed. Fundación Grupo de Investigadores de la Reproducción Animal en la Región Zuliana. Maracaibo, Venezuela, pp. 201-211, ISBN: 978-980-6863-16-3.

Received: September 4, 2021

Accepted: November 8, 2021