

# Evaluación de canales de bovinos machos engordados en sistemas silvopastoriles

---

Carcass evaluation of beef cattle males fattened on silvopastoral systems

**Jorge Iraola,\* Luis M. Fraga,  
Yenny García, Jorge L. Hernández y Osvaldo Tuero**

Instituto de Ciencia Animal (ICA)

Apartado Postal 24

San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

\* Correspondencia: jiraola@ica.co.cu

## Resumen

Se evaluaron 90 canales de tres ciclos productivos de bovinos machos, cebados en un sistema silvopastoril con inclusión de *Leucaena leucocephala*. Se utilizaron 30 animales por cada ciclo productivo: *Cebú*, *Cebú* mestizo y Mestizos lecheros *Holstein* x *Cebú*, con un peso vivo de sacrificio entre 399 y 420 kg. Se aplicó un modelo lineal mixto a partir de un PROC MIXED del SAS. Se consideraron, como efectos fijos: ciclo productivo, la interacción de la covarianza del peso al sacrificio con el ciclo productivo; y como aleatorios: el efecto del animal anidado dentro de ciclo productivo y el error residual. Se estudiaron los indicadores: peso sacrificio, peso de la canal caliente, peso de la canal fría, carne, hueso y grasa, el rendimiento de todas las partes de la canal. Se realizaron análisis de regresiones lineales relacionadas con el rendimiento cárnico con el programa estadístico INFOSTAT. Se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre ciclos productivos respecto de la canal y las demás partes. El tercer ciclo presentó el mayor porcentaje de hueso en la canal y menor rendimiento cárnico. Todos los ciclos productivos manifestaron un comportamiento lineal favorable

## Abstract

Ninety carcass of three productive cycle of bovine males fattened on silvopastoral systems with inclusion of *Leucaena leucocephala* were evaluated. 30 animals for each productive cycle were used, *Zebu*, *Zebu* crosses, and *Holstein* x *Zebu* crossbreds, with slaughter weight between 399 and 425 kg. A linear mixed model was applied utilizing a PROC MIXED procedure of the SAS. There were considered as fixed effects, productive cycle and the covariables weight at slaughter within the productive cycle and as random was considered the animal nested into the productive cycle and the residual error. There were considered as indicators: slaughter live weight, hot and cold carcass weight, meat, bone and fat and yield of the all these carcass parts. There were performed simple linear regression analyses employing carcass yield with the INFOSTAT software. There were found differences ( $P < 0.05$ ) between productive cycles regarding the whole carcass and other carcass parts. The third cycle showed the highest bone carcass percentage and lowest meat yield. Fattening cycles had a favorable linear perfor-

en silvopastoreo con leucaena. Se concluye que los ciclos 1 y 2 tuvieron mejor comportamiento en canal con respecto al tercer ciclo con los animales Mestizos lecheros; lo cual está asociado al plano de alimentación y el peso de sacrificio que condicionaron el rendimiento cárnico.

### Palabras clave

Pastoreo, ganadería tropical, rendimiento cárnico, Cebú, *Leucaena leucocephala*.

mance with the leucaena silvopastoral system. It was concluded that cycles 1 and 2 had better behavior in carcass with respect to the third cycle with the crossbred milking animals, which could be associated with feeding and weight at slaughter.

### Keywords

Grazing, tropical cattle, meat yield, Zebu, *Leucaena leucocephala*.

## Introducción

Desde la década de los años sesentas del siglo XX, la ganadería cubana priorizó la producción de leche vacuna y pasó a un segundo plano la producción de carne de res. Se realizaron importaciones de razas europeas y se cruzaron con el *Bos indicus*, que fue la raza predominante con anterioridad al periodo mencionado (Pérez, 2002). En consecuencia, se incrementó el mestizaje en la masa vacuna, aproximadamente hasta un 80% con diferentes gradaciones Hosltein x Cebú y una menor proporción de razas especializadas para la producción de carne (Menéndez *et al.*, 2006; Espinoza *et al.*, 2007; Espinoza *et al.*, 2008).

Por otra parte, la producción de carne bovina se realiza, principalmente, en condiciones de pastoreo de gramíneas naturales y mejoradas, con y sin suplementación. Sin embargo, algunos autores, como Iglesias *et al.* (2007), Díaz (2008) e Iraola *et al.* (2014), demostraron —desde el punto de vista productivo y económico— las ventajas que pueden ofrecer los sistemas silvopastoriles con leucaena, para obtener adecuadas producciones de carne vacuna, con genotipos Cebú mestizo y mestizos lecheros (Holstein x Cebú).

En Cuba, no existe un sistema de calificación de canales de vacunos, lo cual limita un correcto ajuste de los precios de compra y venta del ganado en la base de la cadena productiva, valores que están determinados por la resolución vigente del Ministerio de Finanzas y Precios de Cuba (2007) respecto de la compra-venta del ganado de res. Esta resolución permitió elevar los precios de venta en pie, pero no diferenció el pago por el rendimiento o la calidad de las canales; lo cual pudiera estimular aún más la producción de carne de res, en sistemas tecnológicos con bajos costos, como los sistemas silvopastoriles (Iraola, 2014).

El objetivo de esta investigación fue evaluar las canales de toros Cebú y sus cruces en silvopastoreos con *Leucaena leucocephala*.

## Materiales y métodos

Se realizó la investigación en el Frigorífico Cárnico del Instituto de Ciencia Animal (ICA), de Cuba, localizado a 22° 53' de latitud norte y los 82° 01' de longitud oeste y 92 msnm. Se evaluaron 90 canales provenientes de tres ciclos productivos de bovinos de

engorde, 30 por cada uno; de grupos genéticos Cebú, Cebú mestizo y Mestizos lecheros, con un rango de peso vivo de sacrificio entre 399-420 kg y edad entre 26 y 28 meses. Los animales fueron engordados en un sistema silvopastoril perteneciente al ICA, de 50 hectáreas, con diferentes niveles de inclusión de leucaena durante tres años de transformación, sin detener su proceso productivo; lo que permitió incrementar la carga animal gradualmente (Iraola, 2014) (cuadro 1).

**Cuadro 1**  
**Características de cada ciclo productivo y ganancia media diaria (GMD).**

Ciclos productivos por año	Genotipo, total y carga animal	GMD, g/día (DE)
<i>Primer ciclo:</i>		
Gramíneas + (20%) de leucaena + DDGS (2 kg.animal <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup> )	Cebú (74 animales, 1.40 animal.ha <sup>-1</sup> )	648 (0.10)
<i>Segundo ciclo:</i>		
Gramíneas + (40%) de leucaena sin suplementación	Cebú mestizos (80 animales, 1.60 animal.ha <sup>-1</sup> )	769 (0.09)
<i>Tercer ciclo:</i>		
Gramíneas + (50%) de leucaena sin suplementación	Mestizos lecheros (Holstein x Cebú, 90 animales, 1.80 animal.ha <sup>-1</sup> )	682 (0.11)

DDGS: suplementación con granos de destilería; DE: desviación estándar.

Los animales se compraron con pesos vivos promedios entre 200 kg y 233 kg, con edades comprendidas entre 16 y 18 meses y un grupo genético diferente por año, de acuerdo a la oferta disponible en el mercado de las empresas pecuarias. El tiempo promedio de engorde fue de 10 meses, los cuales pastaron en un solo grupo por cada ciclo productivo, durante 24 h todo el tiempo.

Una vez alcanzado el peso de sacrificio en cada ciclo productivo —de acuerdo a los intereses del Instituto para la comercialización de la carne— los animales se trasladaron hacia el frigorífico, siempre durante las mañanas; y se cumplieron las normas técnicas establecidas. Se pesaron y mantuvieron 24 horas en ayuno, con acceso a agua y sombra. El sacrificio se realizó por inserción de la médula en su parte basal con una puntilla. Al terminar el faenado se pesaron inmediatamente las canales calientes; el peso en frío se obtuvo 24 horas después de su conservación a 4°C. Se efectuó el corte pistola, según la metodología descrita por Willis y Preston (1967) en todas las canales.

*Procedimiento matemático:* Se aplicó un modelo lineal mixto (PROC MIXED del SAS, 2007; versión 9.1); donde se consideraron, como efectos fijos: ciclo productivo, la interacción de la covarianza del peso al sacrificio con el ciclo productivo; y como aleatorios: el efecto del animal anidado dentro de ciclo productivo y el error residual. La covariable se introdujo para ajustar la variación intra-grupo genético del peso vivo al sacrificio, cuya interacción asumiría un ajuste particular para cada ciclo productivo y mantener los pesos

al sacrificio acordes con los resultados del crecimiento alcanzados por cada ciclo. El modelo empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + a_k(T_i) + T_i * \beta_j(x_k - \bar{x}_k) + e_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = valor de los indicadores medidos

$\mu$  = media general o intercepto

$T_i$  = efecto del i-ésimo ciclo productivo ( $i=1, \dots, 3$ )

$T_i * \beta_j (x_k - \bar{x}_k)$  = efecto de la interacción de j-ésima covarianza ( $j=1, 2, 3$ ) del peso al sacrificio del ciclo productivo ( $i=1, 2, 3$ )

$a_k(T_i)$  = efecto aleatorio del k-ésimo animal anidado en el i-ésimo ciclo productivo ( $k=1, 2, \dots, 30$ )

$e_{ijkl}$  = error aleatorio asociado a las observaciones

Se determinaron los siguientes indicadores por ciclo productivo: peso vivo sacrificio (PVS), peso de la canal caliente (PCC), peso de la canal fría (PCF), carne, hueso y grasa total; así como la relación carne total-hueso y carne total-grasa. Se estimó, porcentualmente, el rendimiento de la canal caliente (RCC) y fría (RCF) respecto del peso vivo, el porcentaje de merma, hueso y grasa respecto de la canal fría.

Se efectuaron análisis de regresiones lineales (otras se desestimaron), relacionadas con el rendimiento cárnico en las condiciones específicas de investigación para predecir el rendimiento de la canal y sus partes; donde se utilizó, como variable independiente, el peso vivo; y como variables dependiente, PCC, PCF, carne total, grasa y hueso.

Se llevó a cabo el análisis de varianza según los indicadores de la canal para los efectos que resultaron significativos en el modelo ( $P < 0.05$ ); se aplicó la prueba de comparación múltiple para las medias mínimo cuadráticas, según la dócima de Tukey-Kramer (Kramer, 1956). Los datos se analizaron con la ayuda del *software* SAS (2007) versión 9.1. Las regresiones lineales se procesaron a través del programa estadístico INFOSTAT (2001) y de la dócima de Duncan (1955).

## Resultados

En el cuadro 2, se muestran los resultados de cada ciclo productivo. Se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) para los ciclos productivos 1 y 2, respecto del tercer ciclo en todos los indicadores evaluados. Este comportamiento estuvo relacionado con menor peso de sacrificio, las diferencias genéticas y el menor peso de la canal en el tercer ciclo.

**Cuadro 2**  
Resumen de las comparaciones de canales para los tres ciclos productivos.

<i>Variables</i>	<i>Primer ciclo</i>	<i>Segundo ciclo</i>	<i>Tercer ciclo</i>	<i>EE ± y Sign.</i>
PVS, kg	420.00 <sup>a</sup>	419.40 <sup>a</sup>	399.00 <sup>b</sup>	1.08 (***)
PCC, kg	220.57 <sup>a</sup>	220.60 <sup>a</sup>	205.50 <sup>b</sup>	0.50 (***)
PCF, kg	216.38 <sup>a</sup>	216.19 <sup>a</sup>	201.39 <sup>b</sup>	0.60 (**)
Carne total, kg	147.30 <sup>a</sup>	145.80 <sup>a</sup>	135.30 <sup>b</sup>	0.61 (***)
Hueso, kg	51.30 <sup>a</sup>	51.90 <sup>a</sup>	49.50 <sup>b</sup>	0.11 (***)
Grasa, kg	21.10 <sup>a</sup>	17.00 <sup>b</sup>	15.90 <sup>b</sup>	0.20 (**)

PVS: peso vivo de sacrificio; PCC: peso canal caliente; PCF: peso canal fría; <sup>ab</sup>Medias con superíndices diferentes indican diferencias significativas,  $P < 0.05$  (Tukey-Kramer).

\*\*\* $P < 0.001$ , \*\* $P < 0.01$ .

Porcentualmente, el rendimiento de la canal entre ciclos fue similar (cuadro 3). No obstante, los valores obtenidos del rendimiento de la canal fueron un indicador del proceso de engorde en silvopastoreo con leucaena; y estuvieron condicionados por el peso vivo de sacrificio, lo que conllevó a que los animales —en el tercer ciclo— presentaran menor rendimiento de la canal.

El rendimiento de la carne comestible se comportó de igual manera que el rendimiento de la canal. Por su parte, el proceso de sacrificio y refrigeración, de acuerdo a las normas establecidas en este frigorífico, indicaron rangos de mermas entre 1.90-2%. Los porcentajes estimados de hueso, para estos genotipos, superaron en todos los casos el 20%. El mayor porcentaje de grasa respecto de la canal fue superior en 2.70 puntos porcentuales en el primer ciclo respecto de los otros ciclos, que tuvieron un porcentaje de grasa similar. La relación carne-hueso evidenció valores similares entre los ciclos evaluados con edades inferiores a los 30 meses. No obstante, para los valores de carne-grasa se apreció una mejor relación tanto en el primero como en el segundo ciclo.

**Cuadro 3**  
Estimados de rendimiento de la canal, hueso y grasa.

<i>Variables</i>	<i>Primer ciclo</i>	<i>Segundo ciclo</i>	<i>Tercer ciclo</i>
Rendimiento canal fría,%	51.50	51.50	50.40
Rendimiento carne comestible,%	66.60	66.10	65.90
Pérdida de refrigeración, %	1.90	2	2
Hueso,%	23.70	24	24.60
Grasa,%	10.60	7.90	7.90
Carne:hueso	2.80	2.80	2.70
Carne:grasa	6.90	7	7.80

Las regresiones lineales presentaron significación para todos los indicadores en el primer ciclo. El coeficiente de determinación presentó valores por encima de 0.80, para los casos de RCC, RCF, carne total. Y se encontraron  $R^2$  más bajos aunque significativos, en los indicadores de grasa y hueso (cuadro 4).

**Cuadro 4**  
Ecuaciones de regresiones lineales,  $R^2$  y significación  
para los componentes de la canal en el primer ciclo productivo.

<i>Ecuaciones lineales y (EE ±)</i>	<i>Variables dependientes, kg</i>	<i>Variable independiente, kg</i>	<i>R<sup>2</sup> y Sig.</i>
$Y=7.51 + 0.54x (0.05)$	Canal caliente	PV sacrificio	0.87***
$Y=17.36 + 0.55x (0.05)$	Canal fría	PV sacrificio	0.88***
$Y=4.91 + 0.33x (0.04)$	Carne total	PV sacrificio	0.81***
$Y=29.07 + 0.13x (0.03)$	Grasa	PV sacrificio	0.44**
$Y= 20.65 + 0.09x(0.02)$	Hueso	PV sacrificio	0.30**

EE: error estándar; \*\*\* $P < 0.001$ ; \*\*  $P < 0.01$ .

En el cuadro 5, se reflejan las ecuaciones de regresión lineal para el segundo ciclo y no se detectaron diferencias marcadas respecto del primer ciclo, al utilizar el peso vivo como variable independiente.

Se observaron  $R^2$  de 0.88 y significativo para la canal caliente, fría y carne total. La grasa y el hueso tuvieron valores bajos de significación, 0.23 y 0.09, respectivamente; y en el caso del hueso, no fue significativo.

**Cuadro 5**  
Ecuaciones de regresiones lineales,  $R^2$  y significación  
para los componentes de la canal en el segundo ciclo productivo.

<i>Ecuaciones Lineales (EE ±)</i>	<i>Variables dependientes, kg</i>	<i>Variable independiente, kg</i>	<i>R<sup>2</sup> y Sig.</i>
$Y=26.7+0.59x (0.05)$	Canal caliente	PV sacrificio	0.88 ***
$38.4+0.61x (0.06)$	Canal fría	PV sacrificio	0.88 ***
$Y=27.3+0.28x (0.03)$	Carne total	PV sacrificio	0.82 ***
$Y=33.5 + 0.13x (0.06)$	Grasa	PV sacrificio	0.23*
$Y= 20.84+0.07x (0.05)$	Hueso	PV sacrificio	0.09

EE: error estándar; \*  $P < 0.05$ ; \*\*\* $P < 0.001$ .

Finalmente, en el cuadro 6, se destacan las ecuaciones de regresión lineal para el tercer ciclo. Se observó que los resultados son relativamente similares a los encontrados en los ciclos analizados con anterioridad.

**Cuadro 6**  
Ecuaciones de regresiones lineales,  $R^2$  y significación  
para los componentes de la canal en el tercer ciclo productivo.

<i>Ecuaciones lineales (EE ±)</i>	<i>Variables dependientes, kg</i>	<i>Variable independiente, kg</i>	<i>R<sup>2</sup> y sig.</i>
$Y=52.32+0.38x$ (0.04)	Canal caliente	PV sacrificio	0.82***
$Y=47.85+0.39x$ (0.05)	Canal fría	PV sacrificio	0.76***
$Y=20.53+0.30x$ (0.04)	Carne total	PV sacrificio	0.79***
$Y=3.22 + 0.05x$ (0.02)	Grasa	PV sacrificio	0.17
$Y= 28.56+0.05x$ (0.03)	Hueso	PV sacrificio	0.18

EE: error estándar; \*\*\* $P < 0.001$ .

Para grasa y hueso, se obtuvieron valores muy bajos y no fueron significativos. No obstante, el peso vivo de sacrificio explicó adecuadamente la relación con la canal caliente, fría y carne comestible, pero no presentaron adecuados ajustes para hueso y grasa. Sin embargo, las ecuaciones obtenidas en este trabajo —para predecir el rendimiento de las canales— no deben ser consideradas concluyentes para ser aplicadas en la práctica productiva.

## Discusión

El peso de las canales y sus partes en los ciclos productivos evaluados, estuvieron condicionados fundamentalmente por el peso vivo de sacrificio, ajustado para cada grupo racial, así como por las inherentes diferencias genéticas. No obstante, el ritmo de crecimiento logrado, estuvo dentro de los rangos esperados para la ceba bovina de estos genotipos en silvopastoreos con leucaena, definidos por Iglesias *et al.* (2006) y Díaz (2008).

El crecimiento de los animales en estas condiciones de manejo y alimentación, determinado con pesajes mensuales, manifestaron un comportamiento lineal, sin fases de mesetas pronunciadas al concluir cada ciclo productivo por año (cuadro 1), lo que indica la posibilidad de incrementar el peso de sacrificio (Iraola *et al.*, 2015).

Por su parte, la edad de sacrificio estuvo condicionada al proceso productivo comercial de cada ciclo y tuvo influencia entre grupos; lo cual pudiera ayudar a explicar, en el tercer ciclo, el peso de sacrificio y el rendimiento de la canal observada. Di Marco (1994) argumentó que los animales de biotipos grandes con mayor proporción de genes de Holstein tienen una madurez tardía y se deben sacrificar con pesos superiores a los logrados en este estudio, para garantizar un mejor rendimiento cárnico, de acuerdo a los genotipos utilizados.

Similares resultados en silvopastoreo con leucaena, para las diferentes partes que integran la canal con estos genotipos en Cuba, fueron descritos por Díaz *et al.* (2009, 2013); y en condiciones de estabulación, por Rodríguez *et al.* (2011, 2012). Todos estos resultados, conjuntamente con los presentados, corroboraron lo planteado por Valdés y Planas (1999) e Iglesias *et al.* (2015) que el peso de sacrificio con animales Cebú y sus

cruces en pastoreo, debe ser cercano a los 450 kg, lo que incrementaría el rendimiento cárnico y representaría mayores ingresos económicos.

Los porcentajes de rendimiento de la canal y carne comestible fueron inferiores a los resultados encontrados por Díaz *et al.* (2009), en silvopastoreo con leucaena hasta el 100% del área, con animales más pesados al sacrificio, pero tampoco mostraron diferencias marcadas entre genotipos. En lo referente al porcentaje de hueso, Quintana (2005a;b) y Lemus (2009) argumentaron que el peso de los huesos para animales Cebú y Cebú mestizos, generalmente, pueden oscilar en un rango entre 16 y 21% en las condiciones de Cuba. No obstante, estos valores son superiores a lo informado por Di Marco (2012), quien planteó que —como promedio— el porcentaje de hueso respecto a la canal debe oscilar entre 14 y 17%, de acuerdo al genotipo y el peso de sacrificio de los animales, para obtener una mayor productividad en el rendimiento cárnico.

El mayor porcentaje de grasa en los animales del primer ciclo, pudiera atribuirse a que fueron sacrificados con más edad y recibieron una suplementación con DDGS, considerado un alimento rico en energía y alto porcentaje de proteína (28%) (Fischer 2007), utilizado para suplir el déficit de proteína en el primer año —de acuerdo a los ejercicios de balances alimentarios realizados para cada ciclo productivo— para ganancias estimadas entre 600 y 700 g por día (Iraola, 2014). El comportamiento, en los restantes grupos sin suplementación, es considerado normal de acuerdo con los resultados informados por Rodríguez *et al.* (2012) y Michelena *et al.* (2012). Por su parte, las condiciones de refrigeración no afectaron las mermas en la canal y son consideradas adecuadas, según Lawrie (1998) y Gastón *et al.* (2010).

Las relaciones estimadas carne-hueso, en esta investigación, fueron inferiores a las descritas por Preston y Willis (1970) para diferentes razas y genotipos. Si se pretende lograr mayores rendimientos de músculos de primera y carne comestible —durante el engorde de estos genotipos en silvopastoreos con leucaena, con una menor proporción de hueso— se debería garantizar una ganancia media diaria cercana o superior a los 900 g; lo cual permitiría un incremento del peso vivo de sacrificio y edades muy cercanas a los 24 meses.

Los indicadores expresados, los rendimientos y las relaciones calculadas, indicaron un bajo rendimiento cárnico. En consecuencia, se infiere que podría traer consigo afectaciones económicas. Numerosos trabajos mencionan la influencia de la dieta, el peso de sacrificio y la edad en la deposición de grasa y la calidad de la canal, pero los animales alimentados con dietas fibrosas sin suplementación, por lo general, tienen bajo coeficiente de grasa en la canal, debido a que tienen mayor proporción de AGCC acético-propiónico; lo que provoca una mayor pérdida tanto de energía como de calor (Garret y Johnson, 1983).

Estos resultados evidenciaron que, para aumentar el peso de la canal, así como su rendimiento y mejorar la relación carne-hueso en silvopastoreo con leucaena, se pudieran sacrificar con pesos superiores y edades cercanas a los 24 meses.

Los sistemas silvopastoriles para la ceba vacuna, pudieran ser utilizados convenientemente para lograr estos objetivos. Sin embargo, en la práctica social de la ganadería cubana, resulta difícil; debido a que predomina el pastoreo de gramíneas naturales y, por lo general, los bovinos machos llegan a la fase de preceba entre los 150 y 220 kg PV con



edades superiores a los 20 meses; donde tienen un plano de alimentación muy bajo y una vez que pasan a la fase de crecimiento-ceba, las ganancias medias diarias en pastoreo no rebasan como promedio los 300 g (Valdés *et al.*, 2001; Valdés, 2011).

En consecuencia, se ven afectados los indicadores de rendimiento y calidad de la canal, con pesos promedios de sacrificio inferiores a los 380 kg PV y edades superiores a los 38 meses, lo cual trae consigo una baja productividad. Relacionado con la producción de carne de res —según FAOSTAT (2013)— desde 1990 a la fecha, los niveles de producción descendieron un 47% y menos de 100,000 toneladas anuales.

En lo concerniente a las ecuaciones de regresión, el peso vivo de sacrificio influyó en el peso de la canal y su rendimiento; lo cual confirmó que se explique esta relación como un comportamiento lineal en animales sacrificados con pesos vivos menores a 450 kg. Éstos y otros aspectos se discuten y analizan en la literatura científica, desde los trabajos de Field y Schoonover (1967), Preston y Willis (1970), Molina (1977), Molina (1990); y, recientemente, Díaz (2008), Lemus (2009), Iraola *et al.* (2014).

Por tanto, este comportamiento pudo estar asociado al peso medio de sacrificio de los animales, sujeto a los intereses comerciales. Valores muy similares en animales Cebú fueron descritos por Michelena *et al.* (2012); pero con diferentes sistemas de alimentación, mayores rangos de peso de sacrificio y edad que los animales sacrificados en esta investigación.

Estos resultados le confieren a la utilización de los sistemas silvopastoriles, en las condiciones actuales de la ganadería cubana, una variante tecnológica que debe constituir nuevamente un pensamiento de proyección en el segmento ganadero, tanto para los productores, investigadores y la dirección de ganadería nacional. Por tanto, de acuerdo con Milera (2010) se precisan de medidas necesarias y urgentes para el rescate y empleo de los sistemas silvopastoriles en Cuba.

También, se concuerda con lo citado por otros autores en otros contextos, de que los sistemas silvopastoriles constituyen una opción adecuada para lograr una ganadería sostenible (Murgueitio *et al.*, 2011; Cuartas *et al.*, 2014). Su eficiente manejo y el empleo de recursos locales (residuos agroindustriales y agrícolas), pueden constituir una solución al “problema” del macho lechero en Cuba y aminorar sus desventajas, para aprovechar la mayor población de cabezas, con relación a otros genotipos (Espinoza *et al.*, 2008).

Rediseñar los sistemas, introducir sombras, leguminosas y suplementar con recursos locales, parecen ser alternativas viables para cebar el macho lechero, conjuntamente con las demás razas existentes en el país; de manera que contribuyan a incrementar, definitivamente, la producción de carne vacuna con niveles de producción entre 150,000 y 250,000 t de carne comestible anualmente, para un consumo per cápita de 6 kg por habitante. Para lograrlo, se precisa de proyección única entre productores y decisores de políticas agrarias. Por consiguiente, son necesarios nuevos estudios con un mayor número de animales con estos genotipos y diferentes condiciones de manejo y alimentación, para contribuir a la clasificación de canales y mayor rendimiento cárnico de vacunos en Cuba.

## Conclusiones

Los ciclos 1 y 2 tuvieron mejor comportamiento en canal con respecto al tercer ciclo con los animales mestizos lecheros; lo cual está asociado al plano de alimentación y el peso de sacrificio que condicionaron el rendimiento cárnico.

### Recomendaciones

Se sugiere continuar este estudio con una mayor cantidad de animales y canales, que representen estos genotipos; los cuales, actualmente se destinan a la producción de carne en Cuba, y así, adecuar mejor las ecuaciones de regresión para predecir el rendimiento de la canal y sus partes con estos genotipos.

### Agradecimientos

Se agradece al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA), por la financiación del proyecto: Tecnología para la producción de carne de res en silvopastoreos diversificados, dentro del cual se realizó la investigación. Además, agradecemos al Frigorífico Cárnico Experimental y al Departamento de Biomatemática del Instituto de Ciencia Animal de Cuba (ICA), por facilitar el trabajo y la presteza de su colaboración.

## Literatura citada

- Cuatas, C.A.; Naranjo, J.F.; Tarazona, A. M.; Murgueitio, E.; Chará, J. D.; Ku Vera, J.; Solorio, F.; Flores, M.; Solorio, B. y Barahona, R. (2014). Contribution of intensive silvopastoral systems to the adaptation and mitigation of climate change. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 27(2): 76-94.
- Di Marco, O. N. (1994). *Crecimiento y respuesta animal*. Asociación Argentina de Producción Animal. Informe técnico. 128 pp.
- Di Marco, O. N. (2012). *Nutrición y fisiología de rumiantes*. En: Curso Iberoamericano de producción y calidad de la carne. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. 10 pp.
- Díaz, A. (2008). *Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Díaz, A.; Castillo, E.; Martín, P. C. y Hernández, J. L. (2009). Ceba de toros mestizos lecheros, en silvopastoreo con leucaena, acceso a banco de biomasa y suplemento activador del rumen. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 43(3): 235-238.
- Díaz, A.; Castillo, E.; Martín, P. C.; Hernández, J. L. y Sarduy, L. (2013). *Resultados productivos, calidad de las canales e impacto económico de la ceba de toros mestizos lecheros, en silvopastoreo con leucaena*. IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical y XXIII Reunión de la ALPA. La Habana: Instituto de Ciencia Animal. En: Díaz, M. F. y Herrera, R. Editores. pp. 1667-1677.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple ranges and multiple F. test. *Biometrics*. 11: 1-42.
- Espinoza, J.L.; Palacios, A.; de Luna, R.; Ávila, N.; Guerra, D.; González-Peña, D.; Rodríguez, F. y Mellado, M. (2007). Componentes de (co) varianza para caracteres de crecimiento y reproducción en ganado Cebú en Cuba. *Arch Zootec.* 56(216): 919-927.
- Espinoza, J. L.; Palacios, A.; Guerra, D.; González, D.; Ortega, R. y Rodríguez, F. (2008). Comparación de dos modelos para la estimación de parámetros y valores genéticos del peso en ganado Cebú. *Agrocien-cia*. 42(1): 29-36.
- FAOSTAT. (2013). *Ganadería primaria, producción de carne vacuna en Cuba*. Disponible en la red mundial en: <http://faostat.fao.org> (Consultada el 25 de marzo de 2015).
- Garret, W. N. y Johnson, D. E. (1983). Nutritional energetics of ruminants *J. Anim. Sci.* 57(2): 478-497.

- Gastón, R.; Urrutia, T.; Escalantea, A.; Gustavo, M.; Paz, R. y Pardo, D. A. (2010). Caracterización de canales y de carne de bovino de animales engordados en la zona centro de Sonora. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 1(2): 157-168.
- Field, R. A. y Schoonover, C. D. (1967). Equation for comparing longissimus dorsi areas in bulls of different weights. *J. Anim. Sci.* 26(4): 709-712.
- Fischer, M. (2007). Distillers workshop. October 1st-5th. Iowa Corn Mission Havana. Institute of Animal Science. Cuba.
- Iglesias, J.M.; García, L. y Toral, O. (2015). Comportamiento productivo de diferentes genotipos bovinos en una finca comercial. *Ceba final. Pastos y Forrajes.* 38(2). 185-193.
- Iglesias, J.; Milera, M.; Simón, L.; Hernández, E.; Castillo, E. y Ruiz, T. E. (2007). Sistemas silvopastoriles para producir carne vacuna. *Rev. Cubana Prod. Anim.* 3(1): 50-52.
- Iglesias, J. M.; Simón, L.; Hernández, D.; Hernández, I.; Milera, M.; Castillo, E. y Sánchez, T. (2006). Sistemas agroforestales en Cuba: algunos aspectos de la producción animal. *Pastos y Forrajes.* 29(3): 217-235.
- INFOSTAT. (2001). *Software estadístico. Manual de usuario.* Versión 1. Córdoba, Argentina.
- Iraola, J. (2014). *Rediseño y manejo de un arreglo agroforestal para mejorar la capacidad de carga biológica con ganado de engorde.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque. Cuba.
- Iraola, J.; García, Y.; Muñoz, E.; Fraga, L. M.; Barros-Rodríguez, M.; Hernández, J. L. y Moreira, E. (2015). Modelación de peso vivo por edad de bovinos de engorde en silvopastoreo con leucaena. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 47(3): (En edición).
- Iraola, J.; Muñoz, E.; García, Y.; Hernández, J. L. y Moreira, E. (2014). *Estrategia ecológica de rediseño para la recuperación de pasturas degradadas en un sistema agrosilvopastoril de engorde bovino.* III Convención Internacional. Agrodesarrollo 2014. Varadero, Cuba. En: J. M. Iglesias, J. Suárez y N. Armengol (Eds.), pp. 1040-1043.
- Kramer, C. Y. (1956). Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometric.* 12: 307-310.
- Lawrie, R. A. (1998). *Ciencia de la carne.* Editorial Acribia. España. 384 pp.
- Lemus, A. (2009). *Factores determinantes en el rendimiento y composición de la canal bovina en la Agropecuaria MININT de Pinar del Río.* Tesis presentada en opción al grado de Máster en Ciencias de la producción con rumiantes. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Menéndez, A.; Guerra, D.; Planas, T. y Ramos, F. (2006). Factors affecting the growth of young bulls of the Zebu breeds in the performance test in grazing conditions. *Cuban J. Agric. Sci.* 40(1):371-377.
- Michelena, J.; Martín, P.; Díaz, A.; Rodríguez, D.; Sánchez, L.; Martínez, E.; Tuero, O. y Hernández, J. L. (2012). *Informe final de Proyecto: Efecto de la edad, peso de sacrificio y grupo racial sobre el rendimiento y composición de la canal de toros de ceba.* Código 0436. Financista PTCT CITMA. Instituto de Ciencia Animal. Habana, Cuba. 33 pp.
- Milera, M. (2010). Mitigar el cambio climático a partir de sistemas de producción agroforestales. *Rev. Cub. Produc. Animal.* 4(3): 38-40.
- Ministerio de Finanzas y Precios de Cuba. (2007). Precio de acopio del ganado bovino en pie a las UBPC, CPA, CCS, otros productores y entre empresas. Resolución 153/2007. La Habana, Cuba. Sp.
- Molina, A. (1977). Comportamiento en cebadero y rasgos de la canal de toros Santa Gertrudis y Charoláis X Brahman, cebados con forraje verde, miel final o concentrado. *Rev. Cubana Cien. Agric.* 11(3): 277-287.
- Molina, A. (1990). *Producción de carne en el trópico.* EDICA. Cuba. 265 pp.
- Murgueitio, E.; Calle, Z.; Uribe, F.; Calle, A. y Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecol. Manag.* 261(10): 1654-1663.
- Pérez, R. (2002). *La ganadería cubana en transición.* Disponible en la red mundial en: <http://www.fao.org> (Consultada el 20 de julio de 2015).
- Preston, T. R. y Willis, B. (1970). *Producción intensiva de carne.* Edición Revolucionaria, Habana, Cuba. 621 pp.
- Quintana, F. y Díaz, J. (2005a). La canal bovina. I. Características. *Rev. Cubana Prod. Anim.* 24(1): 47-49.
- Quintana, F. y Díaz, J. (2005b). La canal bobina. II. Rendimiento, calidad y comercialización. *Rev. Cubana Prod. Anim.* 24(2): 52-55.

- Rodríguez, D.; Martín, P. C.; Tuero, O. y Sarduy, L. (2011). Caracterización de las canales de toros mestizos Holstein alimentados con dietas completas de forrajes de caña de azúcar y *Pennisetum purpureum* vc. CT-115. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 45(4): 369-374.
- Rodríguez, D.; Martín, P. C.; Alfonso, F.; Tuero, O. y Sarduy, L. (2012). Efecto de dos sistemas de alimentación en el rendimiento y composición de las canales de toros mestizos Holstein. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 46(1): 36-39.
- SAS. (2007). *SAS User's guide: Statistics*. Version 9.1.3. SAS. Institute. INC, Cary, N.C., USA.
- Valdés, G. (2011). *Manual de ceba bovina*. Ed. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). Cuba. 36 pp.
- Valdés, L.; Espinosa, E.; Jordán, H.; Horta, S.; Ramos, F. y Rivalta, F. (2001). Programa estratégico de ganadería vacuna. Subprograma de carne. Producción de carne de res con bajos costos y buena calidad. MINAG. Sp.
- Valdés, G. y Planas, T. (1999). Dígame: ¿Cuál es el mejor peso para el sacrificio en bovinos. *Rev. Cubana Prod. Animal.* 18(2): 50-51.
- Willis, M. B. y Preston, T. R. (1967). Some aspects of performance-testing in the Charolais breed. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 1(1): 21-28.

Recibido: 23 de septiembre de 2015

Arbitraje: 20 de octubre de 2015

Dictamen: 16 de mayo de 2016

Aceptado: 6 de julio de 2016