

Producción de carne de res en sistema de pastoreo racional Voisin

Beef production in Voisin rational grazing system

Jesús Manuel Iglesias-Gómez¹ <https://orcid.org/0000-0002-9501-1938>, José Miguel Alejandro Domínguez-Escudero², Yuseika Olivera-Castro¹ <https://orcid.org/0000-0002-5330-2390>, Hilda Beatriz Wencomo-Cárdenas¹ <https://orcid.org/0000-0002-1450-5611>, Milagros de la Caridad Milera-Rodríguez¹ <https://orcid.org/0000-0001-8531-3425> y Odalys Caridad Toral Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0002-5917-3948>

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior, Central Española Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba. ²Productor-investigador independiente, graduado de la Maestría en Pastos y Forrajes, de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Correo electrónico: iglesias@ihatuey.cu, yuseika@ihatuey.cu, wencomo@ihatuey.cu, mmilera@ihatuey.cu, otoral@ihatuey.cu.

Resumen

Objetivo: Caracterizar la dinámica de crecimiento de machos de ceba en pastoreo racional Voisin en suelos de topografía ondulada a quebrada, en el trópico húmedo de Los Santos, Panamá.

Materiales y Métodos: El ensayo se desarrolló en un área de producción de 8,40 ha, dividida en 24 cuarteones de 0,35 ha como promedio. Los pastos se manejaron según los principios y conceptos del pastoreo racional Voisin. Se utilizaron 53 novillos, con base Cebú y sus cruces F1 y F2 (*Cebú* x *Holstein*), divididos en dos grupos de ceba. El primer período de ceba (27 animales) duró 150 días, y 79 el segundo (26 animales). Los pesos iniciales fueron de 369 y 401 kg, para el primero y segundo grupo, respectivamente. Los pesajes para determinar el incremento de peso vivo por período y la ganancia diaria individual, se realizaron cada 30 días. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza y se usó la dócima de Duncan para $p < 0,05$.

Resultados: La presión de pastoreo fue alta (4,63 kg de MS/100 kg PV/día), con una disponibilidad de pastos promedio de 23,2 kg de MS/a/día. Los animales del primer ciclo de ceba promediaron 0,653 kg/día, con una producción de carne por hectárea de 336,63 kg. En el segundo ciclo, ganaron 0,670 kg diarios, mientras que la producción de carne fue de 145,55 kg/ha. Los dos períodos continuos de ceba permitieron al productor vender más de 24 t de carne en pie en un año.

Conclusiones: Es factible la ceba de toros Cebú y sus cruces F1 y F2 en sistema de pastoreo racional Voisin, ya que se obtienen ganancias promedio cercanas a los 0,700 kg/animal/día, sin pérdidas de peso en los momentos de mayor escasez de alimentos.

Palabras clave: bovidae, ganancia de peso, manejo de praderas

Abstract

Objective: To characterize the growth dynamics of fattening males under rational Voisin grazing conditions on soils with undulated to rough topography, in the humid tropics of Los Santos, Panama.

Materials and Methods: The trial was conducted in a production area of 8,40 ha, divided into 24 paddocks of 0,35 ha as average. The pastures were managed according to the principles and concepts of rational Voisin grazing. Fifty-three steers were used, with Zebu basis and its F1 and F2 crossings (*Zebu* x *Holstein*), divided into two fattening groups. The first fattening period (27 animals) lasted 150 days, and the second (26 animals), 79 days. The initial weights were 369 and 401 kg, for the first and second group, respectively. The animals were weighed every 30 days to determine live weight gain per period and individual daily gain. The data were processed by variance analysis and Duncan's test was used for $p < 0,05$.

Results: The grazing pressure was high (4,63 kg DM/100 kg LW/day), with an average pasture availability of 23,2 kg DM/a/day. The animals of the first fattening cycle averaged 0,653 kg/day, with a beef production per hectare of 336,63 kg. In the second cycle, they gained 0,670 kg per day; while beef production was 145,55 kg/ha. The two continuous fattening periods allowed the farmer to sell more than 24 t of live beef in one year.

Conclusions: It is concluded that the fattening of Zebu bulls and its F1 and F2 crossings in a Voisin rational grazing system is feasible, because average gains close to 0,700 kg/animal/day are obtained, without weight loss at times of higher food shortage.

Keywords: bovidae, weight gain, pastureland management

Recibido: 27/10/2021

Aceptado: 07/03/2022

Como citar este artículo: Iglesias-Gómez, Jesús Manuel; Domínguez-Escudero, José Miguel Alejandro; Olivera-Castro, Yuseika; Wencomo-Cárdenas, Hilda Beatriz; Milera-Rodríguez Milagros de la Caridad y Toral Pérez, Odalys Caridad. Producción de carne de res en sistema de pastoreo racional Voisin. *Pastos y Forrajes*. 45:eE12, 2022..

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.

Introducción

Con el ingreso de Panamá a la Organización Mundial de Comercio (OMC) y los recientes tratados de libre comercio con Centroamérica y Estados Unidos, se presentan grandes retos para la ganadería panameña, que tendrán que ser superados a corto y mediano plazo. Para esto, los sistemas locales de producción de carne tendrán que ser más eficientes y competitivos, para afrontar la posibilidad de importaciones de productos y, también la exportación a otros países (Domínguez-Escudero, 2015). De todo esto se desprende la necesidad de lograr una transición efectiva de los sistemas actuales de producción hacia aquellos que sean capaces, simultáneamente, de promover la seguridad alimentaria y nutricional, incrementar la productividad agrícola, brindar prosperidad para las generaciones presentes y futuras y, todo ello, sin degradar los recursos naturales y los ecosistemas e, incluso, revertiendo las condiciones actuales de degradación (IICA, 2019).

En este contexto, el pastoreo racional Voisin (PRV) surge como una alternativa para que la ganadería sea una actividad sostenible, mediante el uso racional de todos los recursos disponibles, y la integración de todos los conocimientos, herramientas, teorías y leyes existentes acerca de la producción de forrajes y producción animal (Domínguez-Escudero, 2019).

El uso efectivo del PRV contribuye a eliminar el sobrepastoreo y la desaparición de la cobertura de especies adaptadas, protege el suelo y fortalece el sistema radical, al crear reservas suficientes en las raíces para permitir un rebrote vigoroso, por lo que contribuye a la adaptación y a la mitigación (Milera-Rodríguez *et al.*, 2019). Existen resultados sobre el manejo racional de diferentes gramíneas mejoradas y su efecto en la estabilidad de la composición florística, la disponibilidad de materia seca (MS), el reciclaje de nutrientes, la biota del suelo, la fitomasa subterránea, la disminución de las plagas y enfermedades y la producción animal (Milera-Rodríguez *et al.*, 2019).

A partir de estos antecedentes, se presenta la siguiente investigación, con la finalidad de caracterizar la dinámica de crecimiento de machos de ceba en pastoreo racional Voisin en suelos de topografía ondulada a quebrada, en el trópico húmedo de Los Santos, Panamá.

Materiales y Métodos

Ubicación y duración del ensayo. La investigación se realizó en la finca ganadera Pajonales,

que se encuentra en el km 4,5 del corregimiento de Nuario, distrito Las Tablas, provincia Los Santos, República de Panamá, en las coordenadas UTM N 575584, W 831759, a una altitud de 484 msnm, con topografía de ondulada a quebrada. El área total de la finca es de 13,5 ha, de las que 9,65 se dedican al pastoreo de ganado en un sistema PRV, dividido en 40 cuartones con cerca eléctrica, con un tamaño promedio de 0,2412 ha. El ensayo se llevó a cabo en un área de 8,40 ha, dividida en 24 cuartones, de 0,35 ha como promedio, durante el período entre abril de 2019 y febrero de 2020.

Suelo y clima del área experimental. Los suelos de la finca son de color pardo amarillento, con textura franco arenosa (arena, 64 %; limo, 24 % y arcilla, 12 %). Durante el período de investigación, la precipitación fue de 1 491 mm, con los mayores acumulados en septiembre y octubre. Domínguez-Escudero *et al.* (2021) informaron los resultados de la composición química del suelo, así como las características climáticas de la finca.

Pastos. Los pastos se manejaron, según los principios y conceptos del PRV, desarrollados por Pinheiro-Machado (2015). Según este método, los cuartones no se pastorearon en un orden cronológico, sino que se determinó el punto óptimo de reposo, de acuerdo con lo recomendado por Pinheiro-Machado (2016) mediante recorridos semanales en el área de pastoreo. Los días de ocupación y descanso de los cuartones en pastoreo, así como la intensidad y la presión de pastoreo, se manejaron al considerar la disponibilidad del pasto y el tamaño del cuartón, lo que se describe en un artículo previo de Domínguez-Escudero *et al.* (2021).

Los pastos cultivados predominantes en el sistema fueron las poáceas *Cynodon dactylon* L. Pers cv. Alicia, *Digitaria didactyla* Willd cv. Swazi, *Urochloa arrecta* Morrone & Zuloaga cv. Tanner, *Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs cv. Tanzania, *M. maximus* cv. Mombaza, *M. maximus* x *M. infestum* cv. Massai, *U. brizantha* R. D. Webster cv. CIAT-6780, *U. brizantha* cv. CIAT-26110, *U. decumbens* R. D. Webster cv. CIAT-606, *U. humidicola* Morrone & Zuloaga cv. CIAT-679, *U. humidicola* cv. CIAT-6133, *U. híbrido* CIAT-36087 y, la fabácea *Arachis pintoi* Krapovickas & Gregory cv. CIAT-18744.

Animales. Se utilizaron 53 novillos enteros, con base Cebú y sus cruces F1 y F2 (Cebú x Holstein), de edades desconocidas, divididos en dos grupos de ceba. Los pesos iniciales fueron de 369 y 401 kg para el primero y segundo grupo, respectivamente.

El primer período de ceba (con 27 animales) tuvo una duración de 150 días (10 de mayo al 7 de octubre). Antes del comienzo de este ciclo de ceba, durante marzo-abril, se utilizaron animales repasadores, provenientes de otras áreas del sistema, para aumentar el consumo de los pastos lignificados, resultantes de la época seca, con el consiguiente aumento de la carga efectiva. Hacia finales de este ciclo también se utilizaron animales repasadores (13), después que pastorearon los animales experimentales. El segundo ciclo (26 animales) comenzó el primero de noviembre del 2019 y duró 79 días (hasta el 19 de enero del 2020). Los pesajes para determinar el incremento del PV por período y la ganancia diaria individual y por hectárea se realizaron cada 30 días, de forma individual y con el uso de una pesa digital, marca Tru-Test Ezi Weigh 7i.

Los animales pastorearon las 24 horas del día, con acceso a agua potable en los bebederos situados en los cuarteles, y a los comederos rústicos, con sales minerales comerciales de la zona.

Análisis estadístico. Los datos se agruparon por bimestres, para una mejor comprensión de la dinámica del manejo de los animales en la finca. No se usó un diseño experimental específico, pero para mejor análisis y comprensión de los resultados y de la dinámica del manejo de los animales de la finca, los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple, después de haber verificado si cumplían con los supuestos de homogeneidad de varianza por la dócima de Levene y la normalidad de los errores mediante la prueba de Shapiro y Wilk. En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre los indicadores seleccionados, se usó la prueba de comparación múltiple de Duncan, con 95 % de confianza. Los análisis se realizaron

mediante el paquete estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 22.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se muestran algunos de los principales indicadores del manejo de los cuarteles durante el período de investigación, que abarcó dos ciclos de ceba. Estos y otros indicadores relacionados se analizaron y discutieron con más profundidad en un trabajo anterior desarrollado por Domínguez-Escudero *et al.* (2021).

La oferta de pastos y la presión de pastoreo por bimestre estuvieron por debajo de lo recomendado para animales en crecimiento-ceba (Queirolo-Aguinaga *et al.*, 2015) en los bimestres mayo-junio y septiembre-octubre. En el primer caso (19 kg de MS/animal/día y 3,8 kg de MS/100 kg de PV), estuvo relacionada con la estrategia de usar animales repasadores (lo que incrementó la carga animal en el sistema) para bajar la altura del pasto, muy lignificado por la época seca, y aumentar su consumo. El otro aspecto que incidió fue la precipitación casi nula en el bimestre anterior (marzo-abril), que limitó el crecimiento de nuevos rebrotes de pastos en este bimestre (Sánchez-Vélez, 2018).

En el segundo caso (24 kg de MS/animal/día y 4,8 kg de MS/100 kg de PV), el motivo fue también la introducción de animales extras al sistema (lote de repaso + lote dos, que se iba incorporando para el próximo ciclo de ceba), con el consecuente incremento de la carga efectiva e instantánea.

En los demás bimestres, la disponibilidad de forraje y la presión de pastoreo estuvieron por encima de 30 kg de MS/animal/día y 6,0 kg de MS/100 kg de PV, respectivamente, lo que se relaciona con el aumento del rendimiento de los pastos y la estabilidad en la carga animal.

Tabla 1. Comportamiento de algunos de los indicadores de manejo en el sistema pastoreo racional Voisin.

Indicador	Bimestre de producción						EE ±
	Marzo-abril, 2019	Mayo-junio	Julio-agosto	Septiembre-octubre	Noviembre-diciembre	Enero-febrero, 2020	
CE, UGM/ha	6,0 ^a	4,0 ^b	2,6 ^b	3,7 ^b	2,7 ^b	2,8 ^b	0,341**
OF, kg de MS/animal/día	-	19 ^d	31 ^b	24 ^c	34 ^a	31 ^b	2,804***
PP, kg de MS/100 kg PV/día	-	3,8 ^b	6,2 ^{ab}	4,8 ^{ab}	6,8 ^a	6,2 ^{ab}	0,631**

CE: carga efectiva; OF: oferta de forraje; PP: presión de pastoreo

a, b, c, d: Valores con superíndices no comunes en la vertical difieren a $p < 0,05$, según Duncan (1955)

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Fuente: adaptado de Domínguez-Escudero *et al.* (2021)

En la figura 1 se presenta la ganancia media diaria de los animales por mes y la producción de carne/ha por período de ceba de los dos lotes evaluados, los que se analizan por separado.

Existieron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre los diferentes meses del año para el lote I, con la mejor ganancia en julio (1,136 kg), asociada a una mejor oferta de pasto (tabla 1) y mejor valor nutricional en ese período (Domínguez-Escudero, 2020).

Las menores ganancias se obtuvieron en mayo y junio, las que no difirieron entre sí. Incluso, las de mayo se diferencian de las de agosto y septiembre, que superaron los 0,600 kg diarios. Varios factores se unieron para que durante el período mayo-junio las ganancias fueran bajas. En esa etapa (tabla 1), la carga animal fue alta (4,0 UGM/ha), lo que provocó que la oferta de pastos fuera baja (solo 19,0 kg/animal/día), con una presión de pastoreo alta (3,8 kg de MS/100 kg/PV/día), por debajo de 5,0 kg de MS/100 kg/PV/día, cifra informada por Cedeño-Vera y Looor-Loor (2017), como una presión de pastoreo límite para los sistemas de pastizales.

En los estudios realizados por Domínguez-Escudero (2020), en las mismas áreas de esta investigación, se encontraron valores promedio de PB de solo 4,0 %, lo que se relaciona con la calidad de los pastos. Estos contenidos de proteína estuvieron asociados al estrés hídrico que experimentaron las pasturas durante la estación seca y el aumento de la estructura fibrosa lignocelulósica (valores de fibra neutro detergente por encima de 740,0 g/kg MS),

que provocó la dilución de los nutrientes (Anele *et al.*, 2009), posibles limitaciones en el consumo voluntario de los rumiantes y, por ende, que durante abril-mayo los toros perdieran peso. De forma general, la ganancia de este lote durante el ciclo de ceba de 150 días promedió 0,653 kg/día, mientras que la producción de carne en pie/ha fue de 336,6 kg.

En el lote II, el promedio fue de 0,670 kg diarios durante el período, mientras que la producción de carne en pie/ha fue de 145,6 kg. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre pesajes, con la mejor ganancia diaria (1,224 kg) registrada en noviembre, cuando la oferta de pastos fue alta (35 kg de MS/animal/día). Sin embargo, en los meses posteriores, la ganancia estuvo por debajo de 0,600 kg diarios, a pesar de la aceptable disponibilidad diaria (30 kg), aunque en esta etapa se iniciaba el período seco, con la consiguiente disminución de la calidad del pasto disponible.

En este sentido, se pudo observar (fig. 2) que, aunque los animales no perdieron peso en los dos períodos de ceba, hubo tendencia a la disminución del incremento del peso bruto entre pesajes, a medida que los toros alcanzaron un PV por encima de 420 kg.

Lo anterior se relaciona con lo informado por Fernández-Mayer (2011). Este autor indicó que los animales adultos tienen menor tasa de síntesis y degradación proteica que los jóvenes, es decir, la tasa de recambio proteico y la retención proteica decrece proporcionalmente, a medida que aumenta

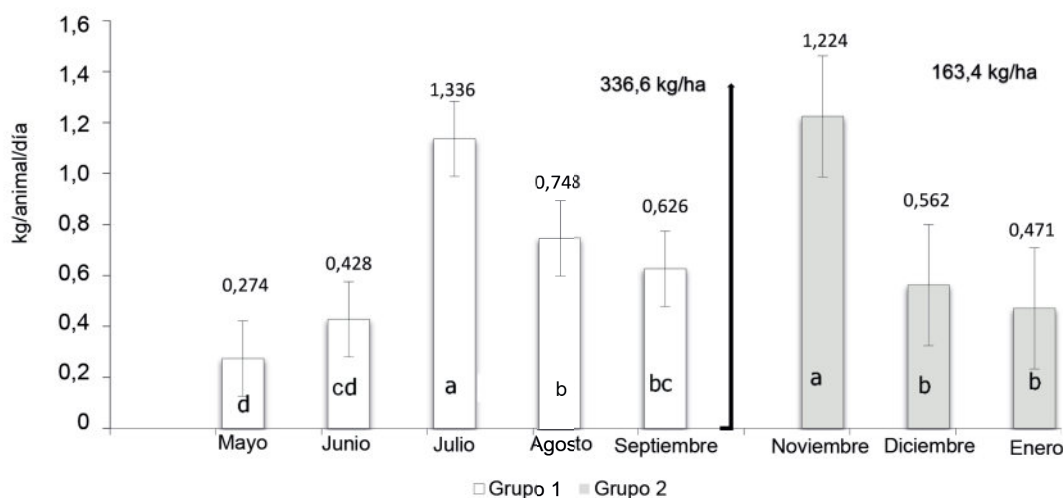


Figura 1. Ganancia diaria promedio de los animales y producción/ha en los dos lotes evaluados.
 $p < 0,001$

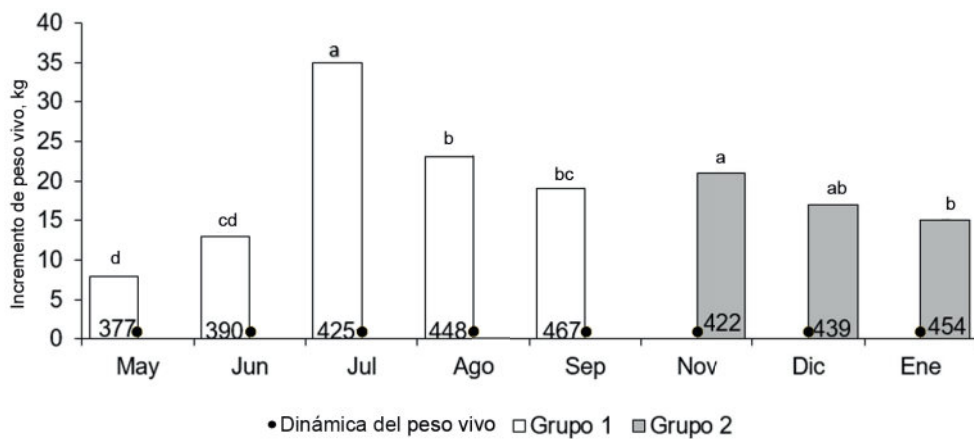


Figura 2. Dinámica del peso vivo de los animales (kg) y el incremento de peso bruto entre pesajes.

la ganancia de peso y la edad del animal, como consecuencia de una reducción de la cantidad total de ácido ribonucleico (ARN) por unidad de proteína muscular. Esa menor tasa de recambio hace que crezcan más lentamente y requieran mayor consumo de energía por kg de ganancia (al retener más grasa que proteína), con una menor eficiencia de conversión que los animales jóvenes (Dimarco, 1998; Miller, 2004). Esto ocurre hasta llegar a una ganancia o a un peso adulto, a partir del cual la acumulación de tejido proteico se hace casi nula (la degradación iguala a la síntesis de proteína), es decir, en esos momentos habría solo retención de tejido grasa.

Para revertir esta situación, Casagrande *et al.* (2013) sugieren la suplementación energético-proteica a los animales en pastoreo en la fase post-dete, y la estabulación en la ceba final, lo que permite obtener animales de menor edad al sacrificio y, además, liberar áreas de pastoreo más tempranamente para la introducción de nuevos lotes de animales (Poppi *et al.*, 2018).

Resultados similares a los de esta investigación (ganancia diaria entre 0,700-0,800 kg) se obtuvieron en sistemas de pastoreo rotacional intensivo, desarrollados por el Instituto de Ciencia Animal, en Cuba (Díaz, 2010), con módulos de 90 ha, integrados por pasto estrella (67 ha, 33 cuarterones) y CT-115 (22 ha, 22 cuarterones) y suplementación energético-proteica en ambas épocas. Ello evidenció que el pastoreo racional es una alternativa productiva y económica para los productores de ganado de carne en Panamá.

También fueron similares a las ganancias diarias (0,649 y 0,769 kg) informadas por Iraola *et al.*

(2015) en Cuba, cuando evaluaron la ceba bovina en un sistema de pastoreo racional transformado agroecológicamente, que involucró pastos mejorados [*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst, *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone vc. CT-115 y *Brachiaria* híbrido vc. Mulato], pastos naturales [*Paspalum notatum* Alain ex Flügé, *Sporobolus indicus* (L.) R. Br., *Dichanthium* sp.], leguminosas herbáceas [*Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) J.A. Lackey, *Teramnus labialis* (L.F.) Spreng y *Centrosema pubescens* Benth] y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt, como banco de proteína en 20 potreros. Sin embargo, fueron inferiores a las que obtuvieron (0,865 kg/animal/día) Cruz y Pereda (2015), cuando evaluaron diferentes gramíneas introducidas (*C. dactylon* cv Tifton 85, *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster cv. Basilisk, *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster cv. Marandú, y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato) en áreas ganaderas del municipio Jimaguayú, en la provincia Camagüey, en Cuba. Aunque hay que señalar que los animales se suplementaron con melaza/urea y Norgold, a razón de 1 kg de cada alimento/animal/día.

También, Canudas-Lara (2018) informó mejores resultados en México, al realizar tres ciclos de ceba vacuna en dos sistemas de pastoreo racional intensivo, uno en 9,2 ha de pasto taiwán (*C. purpureus* Schum.), con fertirriego y, otro en 12 ha de pasto guinea [*Megathyrus maximus* (Jacqs.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs] de temporal. En estos sistemas de pastoreo, la ganancia diaria promedio de los animales en todo el año fue de 1,09 kg con el taiwan y 1,05 kg con la guinea, mientras que la

producción de carne por ha por año fue de 2,766 y 1,017 kg, respectivamente. En esta investigación, los animales recibieron 1,5 – 3,0 kg de MS/día de caña integral con 3 % de urea.

No obstante, los resultados aquí obtenidos superan los de Euclides *et al.* (2016) en Brasil, con dos variedades de *Brachiaria brizantha* (cv. Piatã y cv. Paiaguás) en pastoreo rotacional. En este caso, las ganancias en la época poco lluviosa no rebasaron los 0,350 kg diarios, y fueron de 0,640-0,690 kg en la etapa lluviosa. Estos autores atribuyen las bajas ganancias a la mala estructura del pastizal (entre 21,7 y 31,5 % de hojas solamente y relación hoja: tallo de 1,50 o menos), y no al valor nutritivo de los pastos, ya que el porcentaje promedio de la PB y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) fueron de 8,8 y 55,3 %, respectivamente.

Con los cultivares de *brachiaria* Ipyorã y Marandu, Euclides *et al.* (2018) tuvieron ganancias de peso promedio diarias inferiores a las del presente estudio (0,675 y 0,580 kg respectivamente), cuando las cargas fueron de 3,0 y 3,6 UA/ha para Ipyorã y Marandu, respectivamente. El cultivar Ipyorã mostró mayor porcentaje de hojas, mejor relación hoja: tallo (2,4 vs. 1,7), así como mayor contenido de PB y DIVMO, lo que redundó en mayores ganancias individuales de peso.

En sentido general, las ganancias en este sistema racional de pastoreo se pueden catalogar de buenas, al considerar los bajos rendimientos que se obtienen en Centroamérica, cuando la ceba se realiza sobre pastos nativos o mejorados, sin suplementación, y en condiciones de secano. Allí, las cargas permisibles no pueden pasar de 1,5-2,0 animales, las ganancias/ha alcanzan hasta 90-120 kg, con ganancias individuales raramente superiores a 0,300 kg/animal/día (Pérez-Infante, 2013). Si se analiza el sistema durante el año, con los resultados de los dos lotes evaluados, la producción de carne total/ha fue de 477,4 kg (24,4 t en todo el sistema), mientras que las ganancias promedio estuvieron muy cercanas a los 0,700 kg.

Conclusiones

Es factible la ceba de toros Cebú y sus cruces F1 y F2 en sistema de pastoreo racional Voisin, ya que se obtienen ganancias promedio cercanas a los 0,700 kg/animal/día, sin pérdidas de peso en los momentos de mayor escasez de alimentos.

Agradecimientos

Se agradece al personal del Laboratorio de Suelo y Bromatología de la Universidad de Panamá, sede Los Santos, al Dr. Jorge Alejandro Troetsch y a la

Lic. Silvia Guerra, del Laboratorio Dr. Maximiliano de Puy, de la Cooperativa de S/M de productores de leche del Panamá, R.L. (Cooleche) de Chiriquí, y al Dr. José Villarreal, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP). Además, se expresa gratitud a los productores y especialistas que participaron en los tres días de campo durante la investigación en la finca Ganadera Pajonales, y aportaron sus conocimientos y sugerencias.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

Contribución de los autores

- Jesús Manuel Iglesias-Gómez. Diseño de la investigación, análisis e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.
- José Miguel Alejandro Domínguez-Escudero: Diseño y montaje de la investigación, análisis e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito.
- Yuseika Olivera-Castro. Análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito.
- Hilda Beatriz Wencomo-Cárdenas. Análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito.
- Milagros de la Caridad Milera-Rodríguez: Análisis e interpretación de los datos, asesoramiento técnico.
- Odalys Caridad Toral-Pérez. Análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Anele, U. Y.; Arigbede, O. M.; Südekum, K.-H.; Oni, A. O.; Jolaosho, A. O.; Olanite, J. A. *et al.* Seasonal chemical composition, *in vitro* fermentation and in sacco dry matter degradation of four indigenous multipurpose tree species in Nigeria. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154 (1-2):47-57, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-ci.2009.07.007>.
- Canudas-Lara, E. G. Producción y rentabilidad: pastoreo racional intensivo. En: G. Halfter, Magdalena Cruz y Carmen Huerta, comps. *Ganadería sustentable en el Golfo de México*. Veracruz, México: Instituto de Ecología, A. C. p. 115-129. <https://bosquedeniebla.com.mx/wp-content/uploads/2019/09/Libro-Ganaderia-sustentable-eISBN-2018-1.pdf>, 2018.
- Casagrande, D. R.; Azenha, Mariana V.; Vieira, B. R.; Resende, F. D. de; Faria, M. H. de; Berchielli, Telma T. *et al.* Performance and carcass quality of feedlot- or pasture-finished Nellore heifers according to feeding managements in the post-

- weaning phase. *R. Bras. Zootec.* 42 (12):899-908. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/G5QcsKHxKqg-7MskCXZfNJBk/?format=pdf&lang=en>, 2013.
- Cedeño-Vera, Mayra L. & Loor-Loor, A. A. *Influencia de la carga instantánea en los indicadores de producción de leche (UDIV) del hato bovino pasto y forraje ESPAM, UDFL*. Tesis previa a la obtención del título de Médico Veterinario. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/528/1/TMV106.pdf>, 2017.
- Cruz, Madelin & Pereda-Mouso, J. Evaluación agroprodutiva de gramíneas bajo condiciones edafoclimáticas del municipio Jimaguayú. Su utilización en la ceba vacuna. *XXIV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. XL Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal*. Puerto Varas, Chile. p. 205. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/download/2652/1067/, 2015.
- Díaz, A. Producción de carne en pastoreo con gramíneas tropicales. San José de Las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2010.
- Dimarco, O. N. *Crecimiento de vacunos para carne*. Buenos Aires, 1998.
- Domínguez-Escudero, J. M. A. *Manejo del pastoreo racional Voisin con novillos de engorde en el trópico húmedo de Panamá*. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, 2020.
- Domínguez-Escudero, J. M. A. Producción de carne mediante pastoreo racional y el PRV, su implementación en las tierras altas de Los Santos, Panamá *Cadernos de agroecología*. 14 (2). <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/2515/2273>, 2019.
- Domínguez-Escudero, J. M. A. Proyecto de transformación agropecuaria de Agro Ganadera del Sur, S. A. Ganado de leche Grado A, Consultoría de Ley 25. Panamá, 2015.
- Domínguez-Escudero, J. M. A.; Iglesias-Gómez, J. M.; Olivera-Castro, Yuseika; Milera-Rodríguez, Milagros de la C.; Toral-Pérez, Odalys C. & Wencomo-Cárdenas, Hilda B. Caracterización del pastizal y su manejo en un sistema de pastoreo racional Voisin en Panamá. *Pastos y Forrajes*. 44:e19. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942021000100019&lng=es&tlng=es, 2021.
- Duncan, D. B. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11 (1):1-42, 1955. DOI: <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Euclides, Valéria P. B.; Montagner, Denise B.; Barbosa, R. A.; Valle, Cacilda B. do & Nantes, Nayana N. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). *R. Bras. Zootec.* 45 (3):85-92, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000300001>.
- Euclides, Valéria P. B.; Nantes, Nayana N.; Montagner, Denise B.; Araújo, A. R. de; Barbosa, R. A.; Zimmer, A. H. *et al.* Beef cattle performance in response to Ipyorã and Marandu brachiariagrass cultivars under rotational stocking management. *R. Bras. Zootec.* 47:1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/rbz4720180018>.
- Fernández-Mayer, A. *Contribución a la viabilidad de los sistemas de producción de carne bovina en la región subhúmeda y semiárida de la República Argentina. Estrategias de mejora*. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/5132/INTA_CRBsAsSur_EEABordenave_FernandezMayer_A_Contribucion_viabilidad_sistemas_produccion_carne_bovina.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 2011.
- IICA. *Programa de cambio climático, recursos naturales y gestión de riesgos productivos*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7972/BVE19040249e.pdf;jsessionid=57A0E07174C9E556B4CD74A-3C48AF3D1?sequence=1>, 2019.
- Iraola, J.; García, Yenny; Muñoz, E.; Fraga, L. M.; Barros-Rodríguez, M.; Hernández, J. L. *et al.* Modeling of live weight per age in fattening bovines under a silvopastoral system with *Leucaena leucocephala*. *Cuban J. Agric. Sci.* 49 (3):307-315. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802015000300005&lng=es&tlng=en, 2015.
- Milera-Rodríguez, Milagros de la Caridad; Machado-Martínez, R. L.; Alonso-Amaro, O.; Hernández-Chávez, Marta B. & Sánchez-Cárdenas, Saray. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*. 42 (1):3-12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942019000100003, 2019.
- Miller, E. L. Protein nutrition requirements of farmed livestock and dietary supply. *Protein sources for the animal feed industry*. Bangkok: FAO. p. 29-75. <https://www.fao.org/3/y5019e/y5019e06.htm>, 2004.
- Pérez-Infante, F. *Ganadería eficiente. Bases fundamentales*. La Habana: Asociación Cubana de Producción Animal, 2013.

- Pinheiro-Machado, L. C. *Pastoreo racional Voisin. Tecnología agroecológica para el tercer milenio*. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2015.
- Poppi, D. P.; Quigley, S. P.; Silva, T. A. C. C. da & McLennan, S. R. Challenges of beef cattle production from tropical pastures. *R. Bras. Zootec.* 47:1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/rbz4720160419>.
- Queirolo-Aguinaga, A. J.; Nabinger, C.; Carvalho, P. C. de F. & Muliterno-Thurow, Juliana. Manipulação estacional da oferta de forragem para otimizar a produtividade da pastagem natural. *Memorias del Congreso de Producción Animal ALPA*. Puerto Varas, Chile. p. 369. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5187/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000028.pdf?sequence=1>, 2015.
- Sánchez-Vélez, E. V. *Determinación de la época de corte del pasto Toledo (Brachiaria brizantha) mediante la cuantificación de proteínas en la hoja*. Trabajo experimental presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Babahoyo, Ecuador: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5187/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000028.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 2018.