

EFECTO DE MICROORGANISMOS BENEFICIOSOS ACTIVADOS EN LA FINALIZACIÓN DE TOROS EN SILVOPASTOREO CON LEUCAENA, COMPLEMENTADOS CON CAÑA DE AZÚCAR

EFFECT OF ACTIVATED BENEFICIAL MICROORGANISMS IN THE CATTLE FATTENED IN SILVOPASTORAL SYSTEMS WITH LEUCAENA, COMPLEMENTED WITH SUGAR CANE

Jorge Iraola¹, Arabel Elias¹, Delfín Gutiérrez¹, Yenny García¹, Luis Mateo Fraga¹, Arelis Vázquez, Marcos Barros-Rodríguez², Jorge Luis Hernández¹ y Félix Herrera¹

¹Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

*Correo electrónico: jiraola@ica.co.cu

RESUMEN

Se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de incluir el producto biológico VITAFERT® (VTF) como aditivo microbiano, en la finalización de toros en silvopastoreos con *Leucaena leucocephala*, complementados con caña de azúcar a razón de 6 g MS.kg PV⁻¹. Se utilizaron 15 animales Cebú mestizos por tratamiento, durante 165 días del periodo lluvioso. Los tratamientos fueron: 1) pastoreo *ad libitum* + caña de azúcar, 2) pastoreo *ad libitum* + caña de azúcar + 6 mL.kg PV⁻¹ VTF y 3) pastoreo *ad libitum* + caña de azúcar + 9 mL.kg PV⁻¹ VTF. Se aplicaron modelos de regresiones aleatorias a partir de un PROC MIXED, se incluyó como efecto fijo tratamiento y como efecto aleatorio animal anidado dentro de tratamiento y el error residual. Se emplearon modelos de crecimiento de peso vivo x edad. Se determinaron varios indicadores del comportamiento productivo. Se encontró diferencia (P>0,001) para la ganancia media diaria (GMD) en los tratamientos con inclusión del VTF respecto al control. También, se encontró diferencia (P>0,001) en el incremento de peso (IP) y en el rendimiento por hectárea en los tratamientos donde se suministró VTF con relación al control. El modelo no lineal (Logístico) se ajustó para el primer y segundo tratamiento. Sin embargo, el modelo lineal simple presentó adecuados ajustes en el tercer tratamiento. Se concluye que la utilización de VTF como aditivo microbiano en la finalización de toros en silvopastoreo con leucaena y complementación con caña de azúcar, generó un efecto productivo contrastante sobre la GMD, el IP y el rendimiento por ha en los tratamientos donde se suministró VTF.

Palabras clave: Producción animal; *Leucaena leucocephala*; bovinos machos; ganancia de peso; aditivo microbiano.

ABSTRACT

This research was carried out with the objective to evaluate the effect of including the biological product VITAFERT® (VTF), as microbial additives in the cattle fattened in silvopastoral system with *Leucaena leucocephala* supplemented with 6 g MS.kg PV⁻¹ of sugar cane. Fifteen animals Zebu cross by trial were used during 165 days of rainy period. The treatments were: 1) grazing *ad libitum* + sugar cane, 2) grazing *ad libitum* + sugar cane + 6 mL.kg PV⁻¹ VTF and 3) grazing *ad libitum* + sugar cane + 9 mL.kg PV⁻¹ VTF. A random regression models were applied starting from a PROC MIXED, a trial were included as fixed effect and the animal nested inside treatment as aleatory effect and the residual error. Growth models of weight x age were used. Several indicators of the productive performance were determined. There were difference (P>0.001) for the daily half gain (GMD) in the treatments with inclusion of the VTF regarding the control. Also, there was difference (P>0.001) in the increment of live (IP) and the hectare yield in the treatments where VTF was given with relationship to the control. The non-linear model (Logistic) showed adequate adjusted for the first and second treatment. However, the lineal model presented appropriate adjusted in the third treatment. It is concludes that the use of the VTF as microbial additives in the fattened of beef cattle in silvopastoral systems with leucaena, complemented with sugar cane generated a productive effect contrasting on the GMD, the IP and the hectare yield in the treatments where VTF was given.

Key words: Animal production; *Leucaena leucocephala*; cattle; weight gain; ruminal activator.

INTRODUCCIÓN

La utilización de sistemas silvopastoriles (SSP) con inclusión de leucaena (*Leucaena leucocephala*) para la producción de bovinos de carne en Cuba, constituye una variante tecnológica factible desde el punto de vista productivo, económico y ecológico [4, 19-21]. Sin embargo, uno de los elementos que limita la productividad animal en estos sistemas lo constituye el aporte de energía, y su sincronización con las fuentes de nitrógeno disponible para los microorganismos ruminales. Esto, limita la síntesis de proteína microbiana y el desempeño productivo de los animales de engorde en SSP con leucaena [5, 24]. Por otra parte, el consumo de leucaena tiende a incrementar los niveles de proteína bruta en rumen y puede provocar excesos en el balance del nitrógeno; situación que conlleva a un costo energético adicional para su eliminación en forma de urea [3].

En adición a lo anterior, con el uso de hidratos de carbono de fácil fermentación, como los que aporta la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), se pudiera corregir dicha limitante energética. Asimismo, su utilización constituye una alternativa probada en la alimentación de rumiantes [12, 28]. En consecuencia, esto permitiría mejorar la relación energía-proteína a nivel ruminal, la actividad de los microorganismos ruminales e incrementar la eficiencia productiva de los animales.

A su vez, la utilización de microorganismos benéficos biológicamente activados (MEBA), constituye una opción para mejorar la eficiencia ruminal e incrementar el comportamiento productivo de los rumiantes [8, 31]. En ese sentido, un producto biológico con características MEBA producido en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba, denominado VITAFERT® (VTF), es utilizado como aditivo microbiano [13]. Este producto está compuesto por lactobacilos, levaduras, ácidos orgánicos de cadenas cortas y mantiene un pH bajo. Para su elaboración se utiliza melaza de caña de azúcar, cereales, proteínas de origen vegetal, urea, minerales, sulfato de magnesio, inóculo microbiano (Yogurt) y agua. Se puede utilizar en estado líquido y sólido. Las principales características del VTF se relacionan con el aumento la digestibilidad de la materia seca (MS), disminuye las fracciones de la pared celular de las materias alimenticias que se someten a su acción, mejora el consumo voluntario, la retención de energía y nitrógeno e incrementa la ganancia de peso vivo (PV) en rumiantes [10, 11].

Resultados obtenidos por Gutiérrez y col. [17] con cabras lecheras (*Capra hircus*) en semiestabulación, alimentadas con forraje de baja calidad y VTF como aditivo microbiano en estado líquido, observaron incrementos en el consumo de MS y fibra en detergente neutro (FDN). Además, mejoró las condiciones de fermentación ruminal y aumentó la producción y calidad de la leche. En correspondencia con la utilización de este producto, se desarrolló una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de incluir el producto biológico VTF en estado líquido, en el comportamiento productivo de toros *Cebú* mestizos finalizados durante el periodo lluvioso en SSP con leucaena, complementados con caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y manejo de los animales

El trabajo se desarrolló en áreas experimentales del Instituto de Ciencia Animal de Cuba destinadas a la ceba de bovinos en pastoreo, situado a 22° 53' LN y los 82° 02' LO y 92 m.s.n.m., municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque de la República de Cuba. La investigación tuvo una duración de 165 días (d) dentro del periodo lluvioso entre mayo y octubre, enmarcado en la etapa de finalización de engorde de bovinos en silvopastoreos con leucaena, donde las precipitaciones históricas están en el orden del 68% de la media anual de 1.438 mm, con temperatura promedio de 23°C (Valores tomados de la Estación Meteorológica del ICA de 45 años, 1969-2014).

Se utilizaron 45 toros *Cebú* mestizos con 328,30 ± 11,10 kg de PV, distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos con 15 animales cada uno y dos en cada grupo estuvieron canulados en rumen. Los tratamientos consistieron en: 1) pastoreo *ad libitum*+6 g MS.kg PV⁻¹ de caña de azúcar, 2) pastoreo *ad libitum* +6 g MS.kg PV⁻¹ de caña de azúcar + 6 mL.kg PV⁻¹ VTF y 3) pastoreo *ad libitum* +6 g MS.kg PV⁻¹ de caña de azúcar + 9 mL.kg PV⁻¹ VTF. A todos los toros se les suministró 60 g animal.d⁻¹ de sales minerales (50% fosfato monocálcico (Ca (H₂PO₄)), 49% cloruro de sodio (NaCl) y 1% de minerales trazas).

Los animales utilizados en el estudio no precisaron de tratamientos sanitarios preventivos. Los mismos se manejaron en SSP con leucaena con densidades por hectárea de 7.000 árboles. Cada sistema estuvo conformado por 10 hectáreas (ha) de pastoreo, donde la leucaena estuvo asociada en el 50% del área (5 ha), divididos en ocho potreros de 1,25 ha con una zona de libre acceso durante las 24 h del día abrevaderos, saleros y comederos. En los SSP el 60% del pasto base fue *Cynodom nlemfuensis* y el resto fue de pasturas naturales (*Paspalum notatum*, *Sporobolus indicus* y *Dichantium* spp.).

En cada tratamiento se ofertó diariamente caña de azúcar integral fresca (Variedad C86-12). La misma fue troceada a 1,5 cm de largo con ayuda de un molino forrajero brasileño, (Modelo JF-50 Maximum S2, 1.500 rpm), agregado a un tractor *Belorus*® y la misma se distribuyó homogéneamente en los comederos. El VTF se esparció de manera homogénea, con ayuda de una regadera, encima de la caña de azúcar. Ambos productos se ajustaron según el PV y el tratamiento en cada pesaje. La participación de la caña de azúcar en la ración se mantuvo en la misma proporción para todos los estudios 6 g MS.kg PV⁻¹, mientras que el suministro del VTF varió según el tratamiento. Se realizó un pastoreo rotacional con ocho d de ocupación y tiempo de reposo de 56 d. Se realizaron 12 pesajes en total con una frecuencia quincenal (báscula digital de 1.500 kg, modelo CEMA de fabricación cubana).

Análisis matemático

Se aplicaron modelos de regresiones aleatorias a partir de un PROC MIXED, donde se consideraron efectos de regresión lineales y cuadráticos según el número de pesajes y la varianza de estructura fue (TYPE=UN). En el modelo se incluyó como efecto fijo tratamiento y como efecto aleatorio animal anidado dentro de tratamiento y el error residual. A continuación se describe el modelo general y sus efectos:

$$Y_{ikl} = \mu + T_i + \alpha(T)_{ki} + e_{ikl}$$

Donde:

Y_{ikl} =valor de los indicadores medidos;

μ = media general;

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento (i=1,...3);

$\alpha(T)_{ki}$ = efecto del k-ésimo animal (j=1,...15) anidado por el i-ésimo tratamiento (i=1,...3);

e_{ikl} = error aleatorio asociado a las observaciones

Mediciones y análisis de las muestras

Se determinó la disponibilidad del pasto base mediante el método propuesto por Haydow y Shaw [18]. Se tomaron 80 puntos representativos por cuartón, con ayuda de un marcó de 0,25 m², las muestra fueron sesgadas a 10 cm de altura y se simuló la selección del animal [36]. Para la disponibilidad de leucaena se aplicó el método propuesto por Mahecha y col. [26]. El consumo de caña de azúcar se determinó mediante oferta y rechazo. Los análisis químicos de los diferentes alimentos se realizaron en el laboratorio de Química Analítica del Instituto de Ciencia Animal (LASAICA). Se determinó MS y proteína bruta (PB), según los procedimientos descritos en la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) [1], mientras que la energía metabolizable (EM) se estimó mediante las ecuaciones de predicción propuesta por García-Trujillo y Pedroso [14].

En los animales se determinó la ganancia media diaria (GMD), el incremento de peso (IP) y el rendimiento expresado en kg.ha⁻¹. Para los ejercicios de cálculo del balance alimentario, se estimó el consumo de MS, para lo cual se utilizaron las tablas presentadas por Martín [27] y los requerimientos de energía y proteína, a partir de las tablas de Martín y Palma [29] para una ganancia media estimada de 0,700 kg.

Se determinó en cada tratamiento, en los animales canulados, la proporción de los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y el pH, para la valoración parcial de estos indicadores en el comportamiento ruminal durante el estudio. Las muestras de líquido ruminal se tomaron cada 15 d en el horario de la mañana, y las mismas se filtraron a través de dos capas de gasas. Posteriormente, al líquido filtrado se le adicionó de tres a cuatro gotas de ácido ortofosfórico para su conservación y traslado al laboratorio, donde se obtuvieron los ácidos mediante cromatografía gaseosa en un equipo DANI Master GC (DANI S.p.A. Milán, Italia), según la técnica descrita por Rodríguez y col. [34].

Análisis estadístico

Se realizaron los análisis de los modelos de regresión aleatoria con ayuda del programa SAS versión 9.1 [35]. Para los efectos que resultaron significativos (P<0,05), se aplicó una prueba de comparación múltiple para las medias según la dócima de Tukey–Kramer [25]. La modelación de PV por edad se determinó mediante modelos lineales y no lineales. Para la estimación de los parámetros de los modelos, se utilizó el método modificado de Gauss-Newton disponible en el proc NLIN del programa SAS versión 9.1 [35]. Para la selección del modelo de mejor ajuste en cada tratamiento, se consideraron algunos criterios definidos por Guerra y col. [15] y Torres y col. [37].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La TABLA I muestra el comportamiento productivo por tratamiento para los indicadores de PV, GMD, IP y el rendimiento por ha. En el PV inicial no se observó diferencias entre tratamientos. Sin embargo, para en el PV final los tratamientos con inclusión del VTF como aditivo microbiano, difirieron (P<0,001) del tratamiento control. Por su parte, los tratamientos con VTF también difirieron (P<0,001) con respecto al control, referente a la GMD y el IP, a la vez que difieren (P<0,001) entre ellos para la GMD. Además, se apreció que el tratamiento donde se adicionó el VTF, a razón de 6 mL.kg PV⁻¹, los animales presentaron una mayor respuesta de GMD, con valores superiores a los 900 g.animal⁻¹.d⁻¹.

Por otro lado, se encontró diferencia (P<0,001) entre tratamientos en el rendimiento de kg PV.ha⁻¹. No obstante, a pesar del PV de sacrificio, no se alcanzaron rendimientos por ha superiores a los 750 kg PV, esto quizás pudo estar determinado porque la carga animal utilizada en esta investigación limitó el rendimiento por ha. Estos resultados productivos para la GMD y el rendimiento por ha, fueron diferentes a lo informado por Iraola [21] para animales *Cebú* en SPP con leucaena sin suplementación y similar carga animal. La inclusión de un componente energético en la ración diaria en este estudio, incrementó la GMD en un 13% en el tratamiento control con respecto a los últimos estudios citados. A su vez, en el tratamiento donde además se suministró VTF a razón de 6 mL.kg PV⁻¹ presentó incrementos de 169 g GMD y 70 kg.ha⁻¹.

El consumo de caña de azúcar en este estudio, difirió (P<0,05) entre los tratamientos con VTF respecto al control y no presentaron diferencias entre ellos (TABLA II). Los valores promedios de consumo de caña de azúcar encontrados, fueron entre 0,43 –0,56 kg MS.100 kg PV⁻¹. Estos valores de consumo fueron menores, al considerar que los bovinos son capaces de consumir hasta 1,5 kg MS.100 kg PV⁻¹ bajo diferentes condiciones de manejo y alimentación [12]. Por su parte, la alta producción de biomasa por animal y la posibilidad de seleccionar el alimento en pastoreo durante el periodo de investigación, pudo limitar el consumo de caña de azúcar. Sin embargo, los tratamientos que consumieron el VTF, lograron incrementar el consumo de caña de azúcar, la GMD y el rendimiento por ha.

TABLA I
INDICADORES PRODUCTIVOS DE MACHOS CEBÚ MESTIZOS EN SILVOPASTOREO CON LEUCAENA, COMPLEMENTADOS CON CAÑA DE AZÚCAR Y VITAFERT®

Indicadores	Tratamientos			EE (\pm) y sign.
	Control	6 mL.kg PV ⁻¹ VTF	9 mL.kg PV ⁻¹ VTF	
PV inicial, kg	328,30 ^a	328,40 ^a	328,80 ^a	2,47
PV final, kg	459,53 ^b	477,80 ^a	469,33 ^a	1,45 (P<0,001)
GMD, g.animal ⁻¹ .día ⁻¹	795 ^c	905 ^a	855 ^b	0,03 (P<0,001)
Incremento de peso, kg	131,23 ^b	149,40 ^a	140,53 ^a	3,08 (P<0,001)
Rendimiento, kg.ha ⁻¹	689,29 ^c	716,70 ^a	703,99 ^b	0,08 (P<0,001)

a, b, c Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas (P<0,05); PV: peso vivo; GMD: ganancia media diaria; VTF: VITAFERT®

TABLA II
INDICADORES DE CONSUMO DE CAÑA DE AZÚCAR FRESCA ENTRE TRATAMIENTOS

Indicadores	Tratamientos			EE y sign
	Control	6 mL.kg PV ⁻¹ VTF	9 mL.kg PV ⁻¹ VTF	
Consumo caña de azúcar, kg MS	1,70 ^b	2,25 ^a	2,20 ^a	1,25 (P<0,001)
Consumo caña de azúcar, kg MS. 100 kg PV ⁻¹	0,43 ^b	0,56 ^a	0,55 ^a	1,01 (P<0,001)

a, b. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas (P<0,05); VTF: VITAFERT®

El incremento en el consumo de caña de azúcar y mayor respuesta de GMD, pudo estar asociado con la inclusión en la ración del VTF. Según Gutiérrez [16], Rodrigues y col. [32], Rodríguez y col. [33] y Elías [10], el suministro del VTF en rumiantes, promueve la fermentación ruminal y la digestibilidad de la MS en correspondencia con el crecimiento de las poblaciones de bacterias celulolíticas, entre otros aspectos.

En esta investigación, no se determinaron las poblaciones de bacterias celulolíticas, pero durante todo el estudio se encontró una estabilidad de pH muy cercano a la neutralidad para los tratamientos con VTF, lo que infiere un ambiente favorable para el

crecimiento de las poblaciones de bacterias celulolíticas. En ese sentido, en los tratamientos donde se suministró VTF se debió estimular un mayor consumo de MS total, en relación con una mayor respuesta productiva. Asimismo, los valores porcentuales de AGCC (acético, propiónico y butírico) en la totalidad de los tratamientos (TABLA III) se encuentran en correspondencia con el tipo de alimento utilizado, básicamente fibroso, con predominio de acetato como producto final de la fermentación ruminal [9, 30, 38]. De manera que el suministro de VTF no afectó la proporción molar encontrada, la cual estuvo dentro del rango descrito por Austgen y Bowen [2] de 60-75; 15-19 y 8-16%, para el ácido acético, propiónico y butírico, respectivamente.

TABLA III
PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA CORTA Y ACIDEZ RUMINAL

AGCC	Tratamientos		
	Control	6 mL.kg PV ⁻¹ VTF	9 mL.kg PV ⁻¹ VTF
Acético, %	73,60	73,38	74,43
Propiónico, %	14,99	15,95	15,50
Butírico, %	9,41	10,66	10,07
Ph	6,90	6,99	6,99

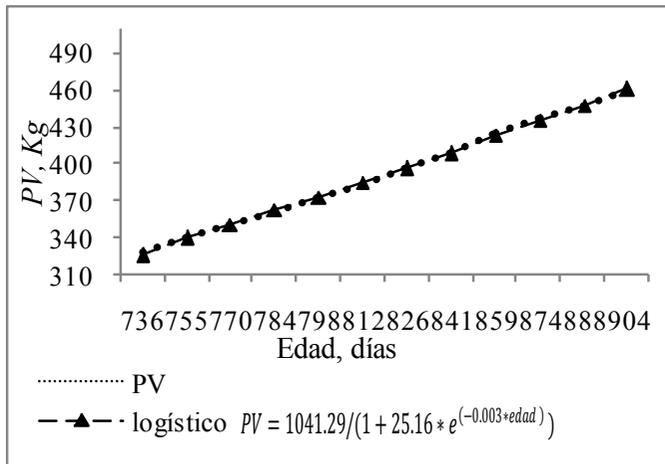
AGCC: ácidos grasos de cadena corta; VTF: VITAFERT®

La evaluación del crecimiento PV por edad, según los criterios utilizados, permitió seleccionar los modelos que tuvieron el mejor ajuste en cada tratamiento. En el tratamiento control y el nivel de 6 mL.kg PV⁻¹ VTF se ajustó el modelo logístico. En cambio, en el tratamiento con el nivel de 9 mL.kg PV⁻¹ VTF se ajustó el modelo lineal. La totalidad de los tratamientos logran altos valores de

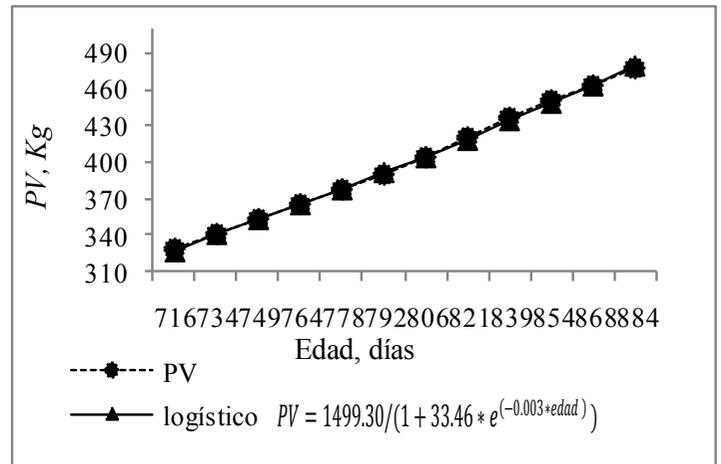
regresión (R²=0,99). Los parámetros del modelo y de las curvas fueron significativos y los valores del estadístico Durbin Watson (DW) [7] fueron superiores a 1,4 lo que indica que no hubo problemas de auto correlación en los residuos.

En la FIG. 1 se describen las curvas de crecimiento y las ecuaciones de los modelos de PV por edad, acorde a la fase de engorde y la estabilidad de la GMD. Se encontró en todos los tratamientos que la curva observada presentó una tendencia

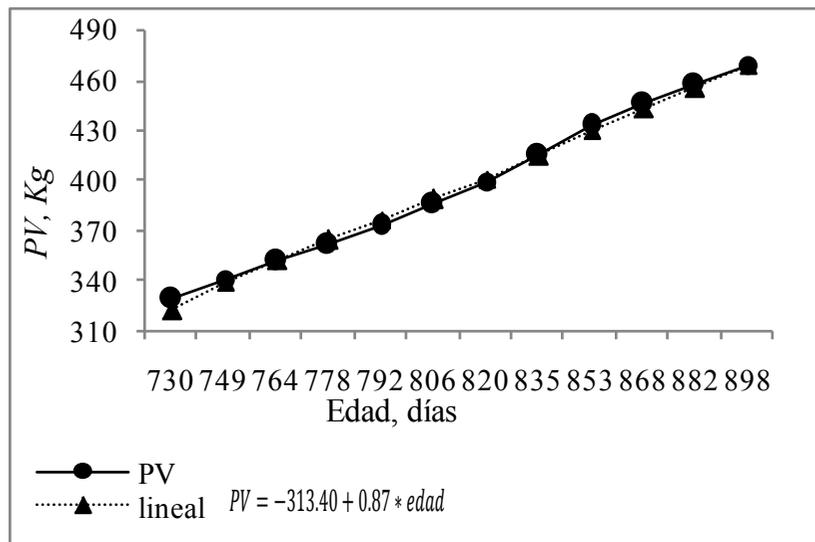
ascendente, con adecuado ajuste en cada fase de la curva y en la fase final no se presentaron mesetas pronunciadas. Sin embargo, en los modelos no lineales (Logístico) se sobreestimó el peso asintótico.



A) Control



B) 6 ml.kg PV⁻¹ VTF



9 ml.kg PV⁻¹ VTF

FIGURA 1. REPRESENTACIÓN DE LA CURVA DE PESO VIVO PROMEDIO POR EDAD POR TRATAMIENTO: (A) CONTROL; (B) 6 ML.KG PV⁻¹ VTF; (C) 9 ML.KG PV⁻¹ VTF.

El crecimiento que describieron los animales pudiera explicarse por el aporte de MS en los tres tratamientos (pastos, leucaena más el consumo de caña), con valores promedio de $55,80 \pm 5,61$ kg MS durante todo el periodo experimental. Todo indica que esta combinación de alimentos posibilitó suficiente energía y proteína, capaz de cubrir los requerimientos de los microorganismos

y en los animales, para una GMD estimada en 0,700 kg. Esto se pudo evidenciar en los ejercicios de balance alimentario que se realizaron a partir de las tablas de requerimientos de Martin y Palma [29], válidas para animales Cebú y sus cruces en el trópico (TABLA IV).

TABLA IV

BALANCE ALIMENTARIO PARA CADA TRATAMIENTO DURANTE EL PERIODO LLUVIOSO EN LA FASE DE FINALIZACIÓN

Categoría		Tratamientos		
		Control	6 mL.kg PV ⁻¹ VTF	9 mL.kg PV ⁻¹ VTF
Aporte total de materia seca	kg MS día ⁻¹	58,80	54,65	54,10
	kg MS 100 kg PV ⁻¹	14,94	14,05	13,30
Consumo total	kg MS día ⁻¹	9,84	10,07	9,97
	kg MS 100 kg PV ⁻¹	2,49	2,50	2,50
Aportes	EM, Mcal	24,58	24,99	24,46
	PB, g	1110,13	1081,14	1000,45
Requerimientos	EM, Mcal	20,99	23,16	22,41
	PB, g	900,00	915,50	903,25
Diferencia	EM, Mcal	3,59	1,83	2,05
	PB, g	210,13	165,64	97,20

VTF: VITAFERT®; EM: energía metabolizable; PB: proteína bruta

Estos resultados, indican la capacidad que tienen estos animales para lograr pesos de sacrificios superiores a los 450 kg en estos sistemas, sin que se afecte su ritmo de crecimiento y la GMD. Resultados similares fueron informados por Iraola y col. [22] en SSP con leucaena, quienes evaluaron el crecimiento de diferentes grupos genéticos de bovinos machos con pesos de sacrificios cercanos a los 420 kg PV, entre 24 y 30 meses de edad y tampoco encontraron fases de mesetas pronunciadas en la curva de crecimiento de los animales. De acuerdo con Domínguez-Viveros [6], los resultados obtenidos de modelación de crecimiento, bajo las condiciones de estudio permiten realizar predicciones técnicas y comerciales del comportamiento productivo. En ese sentido, el desarrollo de SSP con leucaena en Cuba para el engorde de bovinos de estos genotipos, debe reforzarse como una alternativa viable para contribuir con la producción de carne de res en pastoreo [21, 23].

CONCLUSIONES

La utilización del producto biológico VTF como aditivo microbiano en la finalización de bovinos en silvopastoreo con leucaena, complementados con caña de azúcar durante el periodo lluvioso, generó un efecto productivo contrastante sobre la GMD, el IP y el rendimiento por ha en los tratamientos donde se suministró el VTF. También, se favoreció el consumo de caña de azúcar con relación al tratamiento control bajo las condiciones de investigación. Se sugiere la continuidad de nuevos estudios con inclusión de VTF y diferentes niveles de caña de azúcar, donde se profundicen los estudios nutricionales y fisiológicos.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al financiamiento del proyecto del Programa de Naciones Unidas (PNUD) titulado: "Manejo de *Leucaena leucocephala* en función de la producción de leche y carne, y recuperación de las sucesiones naturales de bosques a partir

de pastizales degradados" dentro del cual se desarrolló la investigación. También, se agradece a los trabajadores de la finca Ayala del Instituto de Ciencia Animal de Cuba, por su contribución en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis (16th Ed. International). Washington, D. C. 1230 pp. 1995.
- [2] AUSTGEN, L.; BOWEN, R.A. Ruminant physiology and rumination. 1998. In: *Hipertext book Pathophysiology of the digestive system*. Colorado State University, USA. On Line: <http://arbl.cvmbs.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/herbivore/rumination.html>. 15/06/2016.
- [3] CHONGO, B. Metabolismo de los aminoácidos. En: **Bioquímica nutricional**. Tomo II. Metabolismo intermediario. Editorial EDICA. La Habana, Cuba. Pp. 85. 1988.
- [4] DÍAZ, A. Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. Tesis de Grado. 132 pp. 2008.
- [5] DÍAZ, A.; CASTILLO, E.; MARTÍN, P.C.; HERNÁNDEZ, J.L. Ceba de toros mestizos lecheros, en silvopastoreo con leucaena, acceso a banco de biomasa y suplemento activador del rumen. **Rev. Cub. Cien. Agríc.** 43:235-238. 2009.
- [6] DOMÍNGUEZ-VIVEROS, J.; ORTEGA-GUTIÉRREZ, J.A.; RODRÍGUEZ-ALMEIDA, F.A.; CALLEJAS-JUÁREZ, N.; AGUILAR-PALMA, G.; SANTILLÁN-MORENO, E. Ajuste de modelos no lineales para caracterizar el crecimiento de bovinos *Hereford* y *Salers*. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XXIV (5): 436-442. 2014.

- [7] DURBIN, J.; WATSON G.S. Testing for serial correlation in least squares regression. III. **Biometrika**. 58:1-19.1971.
- [8] ELGHANDOUR, M.M.Y.; SALEM, A.Z.M.; MARTÍNEZ, J.S.; CAMACHO, L.M.; KHOLIF, A.E.; VÁZQUEZ, J.C. Direct-fed microbes: A tool for improving the utilization of low quality roughages in ruminants. **J. Integr. Agric.** 14(3):526-533. 2015.
- [9] ELÍAS, A. Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: **Los pastos en Cuba**. Tomo II. Editorial. EDICA. La Habana, Cuba. Pp 187-247. 1983.
- [10] ELÍAS, A. Avances de los procesos biotecnológicos para incrementar el valor nutritivo de los alimentos. Impacto en la producción animal. En: **II Simposio de Zootecnia, Alimentación y genética, XXIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias (PANVET)**. La Habana, 12/6-9. Cuba. Pp 35. 2014.
- [11] ELÍAS, A.; HERRERA, F.R. Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de microorganismos beneficiosos activados (MEBA). 1ª Vers. VITAFERT. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 28 pp. 2008.
- [12] FUNDORA, O. La caña de azúcar. Valor nutritivo y utilización en el ganado bovino. En: **Estrategias de alimentación para el ganado bovino en el trópico**. Instituto de Ciencia Animal Cuba. Editorial EDICA. Pp 57-75. 2006.
- [13] GARCÍA, Y; GARCÍA-CURBELO, Y. Additives for animal feeding: The Institute of Animal Science on its 50 years. **Cuban J. Agric. Sci.** 49(2):173-177. 2015.
- [14] GARCÍA-TRUJILLO, R.; PEDROSO, D.M. Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo. EDICA. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Pp 3. 1989.
- [15] GUERRA, C.; CABRERA, A.; FERNÁNDEZ, L. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. **Rev. Cub. Cien. Agríc.** 37(1):3-11. 2003.
- [16] GUTIÉRREZ, D. Efecto del aditivo biológico VITAFERT en dietas de forrajes de baja calidad para la alimentación de cabras lecheras. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. Tesis de Grado. 124 pp. 2012.
- [17] GUTIÉRREZ, D.; ELÍAS, A.; GARCÍA, R.; HERRERA, F.; JORDÁN, H.; SARDUY, L. Efecto del aditivo microbiano VITAFERT en el consumo de la materia seca y fibra neutro detergente en cabras Saanen alimentadas con heno de *Brachiaria brizantha*. **Cuban J. Agric. Sci.** 46(3):267-271. 2012.
- [18] HAYDOCK, P.L.; SHAW, N.H. The comparative yield method for estimations Dry mather yield of pasture. **Australian J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 15: 663. 1975.
- [19] IGLESIAS, J.M. Los Sistemas Silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. Tesis de Grado. 135 pp. 2003.
- [20] IGLESIAS, J.; MILERAS, M.; SIMÓN, L.; HERNÁNDEZ, E.; CASTILLO, E.; RUIZ, T.E. Sistemas silvopastoriles para producir carne vacuna. **Rev. Cub. Prod. Anim.** 3:50-53. 2007.
- [21] IRAOLA, J. Rediseño y manejo de un arreglo agroforestal para mejorar la capacidad de carga biológica con ganado de engorde. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque. Cuba. Tesis de Grado. 122 pp. 2014
- [22] IRAOLA, J.; GARCÍA, Y.; MUÑOZ, E.; FRAGA, L.; BARROS-RODRÍGUEZ, M.; HERNÁNDEZ, J.; MOREIRA, E. Modeling of liveweight per age in fattening bovines under a silvopastoral system with *Leucaena leucocephala*. **Cuban J. Agric. Sci.** 49(3):307-315. 2015.
- [23] IRAOLA, J.; MUÑOZ, E.; GARCÍA, Y.; CINO, D.; HERNÁNDEZ, J.L.; MOREIRA, E. Estrategia agroecológica de transformación en un sistema de pastizales degradados con un arreglo silvopastoril. **Livest. Res. Rur. Develop.** 28 (120). 2016. On Line: <http://www.lrrd.org/lrrd28/7/irao28120.html>. 28/11/2016.
- [24] IRAOLA, J.; MUÑOZ, E.; GARCÍA, Y.; HERNÁNDEZ, J.L.; MOREIRA, E. Estrategia ecológica de rediseño para la recuperación de pasturas degradadas en un sistema agrosilvopastoril de engorde bovino. **III Convención Internacional. Agrodesarrollo 2014**. Varadero. 21-23/10/2014. Cuba. Pp 1040-1043. 2014.
- [25] KRAMER, C.Y. Extention of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. **Biometric.** 12: 307-310. 1956.
- [26] MAHECHA, I.; DURAN, C.; ROSALES, M.; MOLINA, C.; MOLINA, F. Consumo de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y leucaena (*Leucaena luecocephala*) en un sistema silvopastoril. **Rev. Past. Trop.** 22(1):26. 2000.
- [27] MARTÍN, P.C. Tablas de requerimientos de bovinos. En: **Metodología de balance alimentario y formulario de raciones para el ganado vacuno en Nicaragua**. MIDINRA, Managua. Nicaragua. 177 pp. 1981.
- [28] MARTÍN, P.C. El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. **Rev. Cub. Cien. Agríc.** 39 (Número Especial):427-438. 2005.
- [29] MARTÍN, P.C.; PALMA, J.M. Tablas de requerimientos par bovinos. En: **Manual Para Fincas y Ranchos Ganaderos**. Colima, México. Agrosystems. Pp 12. 1999.

- [30] PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. 1ª Ed. CONDRIT, Cali, Colombia. 312 pp. 1989.
- [31] PUNIYA, A.K.; SALEM, A.Z.M; KUMAR, S.; DAGAR, S.S.; GRIFFITH, G.W.; PUNIYA, M.; RAVELLA, S.R.; KUMAR, N.; DHEWA, T.; KUMAR, R. Role of live microbial feed supplements with reference to anaerobic fungi in ruminant productivity: A review. **J. Integr. Agric.** 14(3):550-560. 2015.
- [32] RODRIGUES, F.S.; ELÍAS, A.; CHILIBROSTE, P. Supplementation of sorghum silage feed Holstein calves with ruminal promoters. **Rev. Arg. Prod. Anim.** 32(2):117-123. 2012.
- [33] RODRÍGUEZ, R.; LORES, J.; GUTIÉRREZ, D.; RAMÍREZ, A.; GÓMEZ, S.; ELÍAS, A.; ALDANA, A.I.; MOREIRA, O.; SARDUY, L.; JAY, O. Inclusión del aditivo microbiano VITAFERT en la fermentación ruminal in vitro de una dieta para cabras. **Cuban J. Agric. Sci.** 47(2):171-178.2013.
- [34] RODRÍGUEZ, R.; GONZÁLEZ, N.; RÁMIREZ, A.; GÓMEZ, S.; MOREIRA, L.; SARDUY, L.; MEDINA, Y. Tannins of tropical shrub-like legumes: their effect on protein protection of soybean meal. **Cuban J. Agric. Sci.** 48(3):247-252. 2014.
- [35] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). SAS User's guide: Statistics. Version 9.1.3. 2007.
- [36] SENRAA. Método práctico para medir la hierba seleccionada por el animal. **Rev. Div. Agrop.** 2 (7):7-11. 1977.
- [37] TORRES, V.; BARBOSA, I.; MEYER, R.; NODA, A.; SARDUY, L. Criterios de bondad de ajuste en la selección de modelos no lineales en la descripción de comportamientos biológicos. **Rev. Cub. Cien. Agric.** 46(4):345-351. 2012.
- [38] VALDIVIA, V.; KU VERA, J.C. Efecto del ramón (*Brosimum alicastrum*) sobre la digestión ruminal y el flujo de proteína microbiana en ovinos Pelibuey alimentados con pasto guinea (*Panicum maximum*). **Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Cuernavaca 1996**, Morelos, 2-4/12/1996. México. 267 pp. 1996.