

Pastoreo de becerros en pradera de estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) suplementados con alimento comercial

Calves grazed on African star grass (*Cynodon plectostachyus*) pasture supplemented with commercial feed

Herminio Aniano Aguirre¹ , María de los Ángeles Maldonado-Peralta² , Adelaido Rafael Rojas-García^{3*} , Eugenia Teresa Lozano-Aguirre¹ , José Antonio Hernández-Marín⁴ , Leopoldo Jorge Castañeda¹ 

¹Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Pinotepa, Avenida Tecnológico No. 1155, Colonia la Soledad, CP. 71602. Pinotepa Nacional, Oaxaca, México.

²Universidad Autónoma de Guerrero, Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, Campus Cruz Grande, Carretera Cruz Grande - Ayutla S/N, Cruz Grande, CP. 41800. Florencio Villarreal, Guerrero, México.

³Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 2. Carretera Federal Acapulco-Pinotepa Nacional km 197, CP. 41940. Cuajinicuilapa, Guerrero, México.

⁴Universidad de Guanajuato, Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Ex-hacienda El Copal km 9, carretera Irapuato-Silao, CP. 36824. Irapuato, Guanajuato, México.

*Autor de correspondencia: rogarcia@uagro.mx

Artículo científico

Recibido: 05 de marzo 2024

Aceptado: 30 de enero 2025

RESUMEN. El objetivo de la investigación fue evaluar el crecimiento de becerros suizo-cebú pastando una pradera de estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), suplementados con alimento comercial (AC) en Collantes, Pinotepa Nacional, Oaxaca, México. Se evaluaron cuatro tratamientos (T) que consistieron en un testigo solo pastoreo (en estrella de África) y pastoreo más tres niveles de alimento comercial 0.5 (T2), 1.0 (T3) y 1.5 (T4) kg becerro⁻¹ día⁻¹. Se utilizaron 16 becerros de suizo-cebú de 213.5 ± 6.5 kg de peso y 210 ± 15 días de edad, se formaron cuatro grupos de cuatro animales cada uno. Se evaluó el rendimiento de forraje (RF), la ganancia diaria de peso (GDP), la ganancia de peso acumulada (GPA) y la relación beneficio costo (RBC). Las variables evaluadas se analizaron con procedimiento GLM en un diseño completamente al azar y la comparación de medias mediante Tukey ($\alpha = 0.05$), en un diseño completamente aleatorizado. El RF fue similar ($p \geq 0.05$) en todos los T; la GDP presentó diferencia ($p \leq 0.05$) con menor valor 0.35 kg d⁻¹ en T1, y mayor en 0.85 kg en T4; la RBC fue diferente ($p \leq 0.05$) mayor valor 4.4 en T2 y menor en T\$ 2.2. Los resultados indican que, el rendimiento de materia seca del pasto estrella no es afectado por los tratamientos, el crecimiento de los becerros se mejoró sustancialmente al incrementar el nivel de suplementación, sin embargo, la relación beneficio costo se reduce.

Palabras clave: Rendimiento de forraje, suizo-cebú, becerros, ganancias de peso, relación beneficio costo.

ABSTRACT. The objective of the research was to evaluate the growth of swiss-zebu calves grazing an african star meadow (*Cynodon plectostachyus*), supplemented with commercial feed (CA) in Collantes, Pinotepa Nacional, Oaxaca, Mexico. Four treatments (T) were evaluated, consisting of a control only grazing (in African star) and grazing plus three levels of commercial feed 0.5 (T2), 1.0 (T3) and 1.5 (T4) kg calf⁻¹ days⁻¹. 16 swiss-zebu calves weighing 213.5 ± 6.5 kg and 210 ± 15 days old were used; four groups of four animals each were formed. Forage yield (RF), daily weight gain (GDP), cumulative weight gain (APG) and benefit-cost ratio (RBC) were evaluated. The evaluated variables were analyzed with the GLM procedure in a completely randomized design and the comparison of means using Tukey ($\alpha = 0.05$), The RF was similar ($p \leq 0.05$) in all Ts; GDP showed a difference ($p \leq 0.05$) with a lower value of 0.35 kg days⁻¹ in T1, and a higher value of 0.85 kg in T4; the RBC was different ($p \leq 0.05$) with a higher value of 4.4 at T2 and a lower value at T\$ 2.2. The results indicate that the dry matter yield of star grass is not affected by the treatments, the growth of the calves was substantially improved by increasing the level of supplementation, however, the benefit-cost ratio is reduced.

Keywords: Forage yield, swiss-zebu, calves, weight gains, benefit-cost ratio.

Como citar: Aguirre HA, Maldonado-Peralta M de los A, Rojas-García AR, Lozano-Aguirre ET, Hernández-Marín JA, Castañeda LJ (2025) Pastoreo de becerros en pradera de estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) suplementados con alimento comercial. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(1): e4042. DOI: 10.19136/era.a12n1.4042.

INTRODUCCIÓN

La región tropical en México comprende aproximadamente 56 millones de hectáreas, que representan 28% del territorio nacional; la mayor parte de esta superficie que comprende el 16%, corresponde a trópico cálido subhúmedo y 12% a clima cálido húmedo; con una superficie sembrada de pastos de 2 337 837.4 a nivel nacional y 57 196.99 hectáreas; de esa superficie a nivel nacional se alimentan 24 808 075 cabezas de bovinos y 265 206 cabezas a nivel costa (INEGI 2022). A pesar de lo anterior, la producción animal es baja e insustentable, debido a que el ganado en áreas tropicales es alimentado con gramíneas nativas, rastrojos y algunas veces suplementados con vainas de leguminosas (Quiroz-Cardoso *et al.* 2015). Situación causada por la estacionalidad de la precipitación pluvial que, a su vez, genera variaciones en el crecimiento, producción y calidad del forraje, utilizado para la alimentación del ganado (Hernández *et al.* 2002). Esta situación causa que los animales en producción en estas áreas del trópico sufran estrés nutricional con efecto temporal o permanente (Thornton 2010), ocasionado por que los animales no consumen la cantidad ni calidad de alimento requerido para mantenimiento y producción, trayendo consigo inestabilidad en la producción animal en pastoreo, haciéndola ineficiente (Barros *et al.* 2003).

El desarrollo de la ganadería en la costa de Oaxaca debe realizarse dentro de un sistema rentable de explotación, en el que, la alimentación dependa en su mayor parte del consumo directo del pasto por parte del animal. Para esto, es necesario un buen establecimiento y manejo de praderas, debido a que, en las zonas tropicales, las gramíneas son la principal fuente de alimentación para los rumiantes (Maldonado-Peralta *et al.* 2024). Sin embargo, las condiciones ambientales y el manejo que se da a las praderas inciden en la calidad de estas y en su rendimiento, de modo que el valor nutritivo y producción de materia seca es variable (Rojas-García *et al.* 2018). La deficiencia más común en los forrajes tropicales es la energía más aún en el periodo seco, este nutriente es importante en la nutrición para el desarrollo. Al respecto, Govea-Luciano *et al.* (2021) mencionan que el ganado de carne emplea más de la mitad de su energía metabolizable consumida en el proceso de degradación de proteína a aminoácidos, quedando muy poca energía para crecimiento y desarrollo de animales jóvenes. Pero uno de los principales problemas que limitan la productividad del ganado bovino, en condiciones de pastoreo, es la deficiencia en proteína en el forraje, particularmente en la época de sequía (Torres *et al.* 2020).

Una alternativa viable para mejorar la producción animal en condiciones de pastoreo en el trópico seco es la suplementación, cuyo objetivo debe ser proveer al ganado los nutrimentos que el forraje no aporta en cantidades suficientes (Aguirre *et al.* 2010), lo que puede disminuir la mortalidad, aumentar la ganancia de peso, acelerar la pubertad y mejorar el porcentaje de pariciones, entre otros beneficios. Mientras que Guarneros-Altamirano *et al.* (2017) mencionan que la suplementación de los becerros efecta el aumento del peso corporal, la salud de los animales y los ingresos económicos, en comparación con becerros no suplementados, especialmente durante la época seca del año. Por lo anterior se realizó esta investigación cuyo objetivo fue evaluar el crecimiento de becerros suizo-cebú pastando en pradera de pasto estrella *Cynodon plectostachyus*, suplementados con alimento comercial y el rendimiento de materia seca del pasto estrella en Collantes, Pinotepa Nacional, Oaxaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó del 1° de enero al 18 de abril del 2020, en la comunidad de Collantes, Pinotepa Nacional, Oaxaca, México, localizada en las coordenadas 16° 11' 15.00" LN y 97° 58' 18.00" LO, a 15 msnm; con clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano, y escasa precipitación fuera del verano y temperatura media anual de 32 °C (García 2004).

Los tratamientos evaluados fueron: Testigo (pastoreo y sin suplemento; T1), y pastoreo más tres niveles de alimento comercial (APIABA®), 0.5, 1.0 y 1.5 kg becerro⁻¹ d⁻¹, T2, T3 y T4, respectivamente. Se utilizaron 16 becerros suizo-cebú de 213.5 ± 6.5 kg y 210 ± 15 días de edad que fueron distribuidos en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones, la unidad experimental fue un becerro y pastaron en una pradera de pasto estrella de áfrica (*Cynodon plectostachyus*) El contenido de proteína cruda del suplemento fue de 16% y, su composición nutrimental se presenta en la Tabla 1. El suplemento se pesó diariamente en una báscula electrónica marca Rhino y, se ofreció de manera individual en comederos rústicos, en las horas de mayor temperatura 14:00 PM para alterar lo menos posible el comportamiento natural del pastoreo, por lo general, no hubo rechazos.

Tabla 1. Composición nutricional del alimento comercial (APIABA®) usado como suplemento

Nutriente	Unidad de medida (%)
Humedad	12.0 Máximo
Proteína	16.0 Mínimo
Grasa	2.0 Mínimo
Fibra	14.0 Máximo
Cenizas	18.0 Máximo
Extracto libre de nitrógeno	38.0

Manejo de la pradera

Se utilizaron 3 ha de una pradera de estrella de áfrica sembrada en suelo de aluvión con gran capacidad de retención de humedad, el área total se dividió en cuatro parcelas de 7 500 m² y, en cada una de ellas se formaron cuatro subdivisiones de 1 875 m², dando un total de 16 lotes de igual superficie; se asignaron aleatoriamente cuatro tratamientos y pastaron cuatro grupos de becerros integrados por cuatro animales cada uno, en total fueron 16 becerros. Se aplicó riego por aspersión hasta que el suelo lograba capacidad de campo, la frecuencia de ellos se hacía de acuerdo con la pérdida de humedad de la pradera, no se realizaron fertilizaciones de ningún tipo.

Se realizó un corte de uniformización en cada pradera y, posteriormente a las demás unidades con diferencia de seis días entre una y otra, con la finalidad de ofrecer a los becerros pasto de la misma edad; el periodo de ocupación en cada lote de pradera fue de 6 días, con descanso de 18 días; el periodo de investigación duró 108 días. Todas las parcelas de 7 500 m² fueron delimitadas con cercos eléctricos fijos, las subdivisiones de 1 875 m² por cercos móviles.

Manejo de los animales

Los becerros se desparasitaron fueron desparasitados internamente con Albendaphorte al 10% Co con principio activo Albendazol, se realizaron dos desparasitaciones a cada becerro a intervalos de 20 días y externamente con Bovitraz® cuyo ingrediente activo es Amitraz del laboratorio (Bayer), dos veces, cada 15 días al inicio del experimento, la dosis fue 2.0 mL L⁻¹ de agua. Se vacunaron contra Clostridium con la bacterina (Ultravac 8 vías) del laboratorio (Lapisa) una sola aplicación, con dosis de 5 mL vía intramuscular al segundo día que llegaron al lugar donde se realizó el experimento; los becerros se pesaron en una báscula marca Revuelta® de 1 000 kg a la llegada y al final de cada ciclo de pastoreo, con ayuno de 12 horas.

En cada parcela de 7 500 m², se ofreció el área de pradera necesaria con la cantidad de materia seca (MS) equivalente al 3.0% del peso vivo total de los cuatro becerros de cada grupo, en cada uno de los ciclos de pastoreo. Se les dio un periodo de adaptación de 24 días, previo al inicio del estudio. El área para pastar se ajustó de acuerdo con la disponibilidad de forraje ofertado por la pradera y los requerimientos de los becerros, para ello, se estimó el rendimiento de forraje (MS; kg ha⁻¹) dos días antes de que los becerros se introdujeran a las parcelas.

VARIABLES ESTUDIADAS

Rendimiento de materia seca total

En cada unidad experimental dos días antes de pastar se cortaron cinco muestras al azar utilizando un cuadro de alambazón de 0.5 * 0.5 m (0.25 m²) las cuales se pesaron y se tomaron dos submuestras de aproximadamente 0.5 kg, se pesaron y etiquetaron y, se colocaron en una estufa para su deshidratación a 100 °C hasta lograr peso constante, con ello se determinó contenido de humedad y se estimó el rendimiento de MS por hectárea, esto se realizó en cada ciclo de pastoreo; además se tomó y peso una submuestra y se colocó en bolsa de papel y se deshidrató a 55 °C hasta peso constante, para determinar su contenido de proteína cruda.

Relación hoja:tallo

De las muestras cosechadas para determinar rendimiento de materia seca se tomó una submuestra de 25% del forraje cortado y, se separó en los componentes hojas y tallos, estos fueron pesados y depositados en bolsas de papel y deshidratadas a 55 °C hasta peso constante, ya secas fueron nuevamente pesadas, con ellos se estimó el rendimiento de MS de hojas y tallos ha⁻¹ y se dividió el rendimiento de MS de las hojas entre el de tallos.

Tasas de crecimiento

Las tasas de crecimiento de la pradera se calcularon, utilizando los datos de rendimiento de MS (kg ha⁻¹) de la pradera, divididos entre el periodo de descanso que se dio a la pradera y se expresaron como kg ha⁻¹ día⁻¹.

Ganancia de peso diaria y total

La ganancia de peso diaria (GDP, kg animal⁻¹) se determinó pesando a los becerros al terminar cada ciclo de pastoreo, a dicho peso se le restó el peso vivo del ciclo anterior y, la ganancia de peso lograda en se dividió entre los días que duró cada ciclo de pastoreo. La ganancia de peso total (GPT,

kg animal⁻¹) se obtuvo restando al peso vivo de los animales en el último ciclo de pastoreo el peso al inicio del estudio.

Relación beneficio costo

Esta se calculó de los ingresos brutos (kilogramos de peso ganados por los becerros multiplicados por el precio de venta en la región), divididos entre los costos totales de los insumos utilizados para lograr dichas ganancias de peso.

Análisis estadísticos

Los efectos de los tratamientos sobre las variables de estudio fueron analizados mediante análisis de varianza, utilizando el software SAS (2011) para Windows, mediante el procedimiento GLM en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y las medias fueron analizadas por la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS

Rendimiento de materia seca total

En la mayoría de los ciclos de pastoreo no se detectó diferencia ($p \geq 0.05$; Tabla 2) por efecto de los tratamientos en el mismo ciclo excepto para el segundo ciclo de pastoreo, donde T1 y T2 presentaron el mayor rendimiento de MS (2 800 kg ha⁻¹ en promedio); mientras que en el T3 y T4 obtuvieron el menor rendimiento (2 196 kg ha⁻¹). Los rendimientos de la MS incrementaron a partir del cuarto ciclo de pastoreo hasta el sexto ciclo, por tratamiento fueron similares, lo anterior indica que los niveles de suplementación no afectaron los rendimientos de MS.

Tabla 2. Rendimiento de materia seca total por ciclo de pastoreo de una pradera de pasto estrella *Cynodon plectostachyus* pastoreada por toretes suplementados con alimento comercial (APIABA®).

Tratamiento	Ciclos de pastoreo						Media
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	
T1	2 496 ^a	2 761 ^a	2 212 ^a	2 603 ^a	2 359 ^a	2 372 ^a	2 467 ^a
T2	2 778 ^a	2 838 ^a	2 030 ^a	2 649 ^a	2 389 ^a	2 369 ^a	2 508 ^a
T3	2 437 ^a	2 264 ^b	2 239 ^a	2 844 ^a	2 366 ^a	2 319 ^a	2 412 ^a
T4	2 522 ^a	2 127 ^b	2 189 ^a	2848 ^a	2 370 ^a	2 429 ^a	2 414 ^a
EEM	225	242	150	145	35	42	
Promedio	2 559	2 498	2 164	2 713	2 372	2 372	2 450

^{ab} Medias en columna con la misma literal no son significativamente diferentes (Tukey; $\alpha = 0.05$); T1: Solo pastoreo; T2: Pastoreo más 0.5 kg de suplemento por becerro; T3: Pastoreo más 1.0 kg de suplemento; T4: Pastoreo más 1.5 kg de suplemento diario; EEM: error estándar de la media.

Relación hoja:tallo

Las relaciones hoja:tallo no mostraron diferencia ($p \geq 0.05$, Tabla 3) en todos los ciclos de pastoreo, por efecto de los niveles de suplementación. Indistintamente del nivel de suplementación y periodo de descanso impuesto a la pradera, las relaciones hoja:tallo se mantuvieron similares durante todos los ciclos de pastoreo y, por debajo de 1.0.

Tabla 3. Relación hoja:tallo de una pradera de pasto estrella de África *Cynodon plectostachyus* pastoreada por torettes, suplementados con alimento comercial (APIABA®) en el trópico seco.

Tratamientos	Ciclos de pastoreo						Media
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	
T1	0.91 ^a	0.89 ^a	0.94 ^a	0.86 ^a	0.92 ^a	0.90 ^a	0.92 ^a
T2	0.89 ^a	0.87 ^a	0.84 ^a	0.88 ^a	0.92 ^a	0.85 ^a	0.87 ^a
T3	0.90 ^a	0.86 ^a	0.90 ^a	0.84 ^a	0.95 ^a	0.89 ^a	0.89 ^a
T4	0.92 ^a	0.85 ^a	0.93 ^a	0.90 ^a	0.95 ^a	0.85 ^a	0.91 ^a
EEM	0.15	0.18	0.13	0.12	0.09	0.10	
Promedio	0.96	0.87	0.90	0.87	0.94	0.87	0.90

^{ab} Medias en columna con la misma literal no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$); T1: Solo pastoreo; T2: Pastoreo más 0.5 kg de suplemento por becerro; T3: Pastoreo más 1.0 kg de suplemento; T4: Pastoreo más 1.5 kg de suplemento diario; EEM: error estándar de la media.

Tasas de crecimiento

En la Tabla 4 se presentan las medias de las tasas de crecimiento (TC); para la mayoría de los ciclos de pastoreo no se halló diferencia ($p \geq 0.05$) excepto para el segundo ciclo en el que, los mayores valores ocurrieron en T1 y T2 con media de $115.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, sin diferencia ($p > 0.05$) entre ellos, sin embargo, fueron diferentes ($p < 0.05$) a T3 y T4 que exhibieron los menores valores, con media de $91 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ siendo estos iguales. En los ciclos de pastoreo 4, 5 y 6 las TC no presentaron diferencia ($p \geq 0.05$). Indistintamente del nivel de suplementación ofrecido a los becerros las medias de las TC por tratamiento en todo el estudio fueron iguales.

Ganancia diaria de peso

Las GDP se presentan en la Tabla 5, en ella se aprecia diferencia altamente significativa ($p \leq 0.0001$); con menor GDP $0.351 \text{ kg animal}^{-1}$ en el (T1) y, la mayor ganancia ($0.856 \text{ kg animal}^{-1}$) ocurrió en el T4. La GP lograda en el T1 fue diferente ($p \leq 0.05$) a la obtenida en los demás tratamientos; todos los tratamientos en los que los becerros fueron suplementados 2, 3 y 4 mostraron diferencias ($P \leq 0.05$).

La GP de peso alcanzada en el T4 fue superior ($p \leq 0.05$) a la lograda en T1, T2 y T3 en 144, 45.8 y 17.9%, respectivamente. La ganancia alcanzada en el T3 superó ($p \leq 0.05$) en 106.8 y 23.7% a la ganancia exhibida en T1 y T2, respectivamente; el T2 superó ($p \leq 0.05$) a la GDP hallada en el T1 en 67.2% (Tabla 5).

Tabla 4. Tasas de crecimiento ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) por ciclo de pastoreo de una pradera de pasto estrella de áfrica (*Cynodon plectostachyus*) pastada por toretes suplementados con alimento comercial (APIABA®).

Tratamiento	Ciclos de pastoreo						Media
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	
T1	104 ^a	115 ^a	92 ^a	108 ^a	98 ^a	99 ^a	103 ^a
T2	115 ^a	116 ^a	85 ^a	110 ^a	100 ^a	99 ^a	104 ^a
T3	102 ^a	94 ^b	93 ^a	118 ^a	99 ^a	97 ^a	101 ^a
T4	105 ^a	89 ^b	91 ^a	119 ^a	99 ^a	101 ^a	101 ^a
EEM	25.3	42.4	15.5	18.1	15.8	15.2	
Promedio	107	104	90	113	99	99	102

^{ab} Medias en columna con la misma literal no son significativamente diferentes (Tukey; $\alpha = 0.05$); T1: Solo pastoreo; T2: Pastoreo más 0.5 kg de suplemento por becerro; T3: Pastoreo más 1.0 kg de suplemento; T4: Pastoreo más 1.5 kg de suplemento diario

Tabla 5. Ganancia diaria de peso (kg animal^{-1}) de becerros pastando una pradera de pasto estrella de áfrica (*Cynodon plectostachyus*), suplementados con alimento comercial (APIABA®).

Tratamientos	Ganancia de peso (Kg)	N	EEM
1	0.351 ^d	4	0.006
2	0.587 ^c	4	0.014
3	0.726 ^b	4	0.002
4	0.856 ^a	4	0.013

^{abcd} Medias en columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (Tukey; $\alpha = 0.05$); EEM: Error estándar de la media; N: Número de becerros por tratamiento; EEM: error estándar de la media; T1: Becerros pastando pradera de estrella sin suplemento; T2: Becerros pastando pradera de pasto estrella + 0.5 kg de suplemento; T3: Becerros pastando en pradera de estrella + 1.0 kg de suplemento y T4: Becerros pastando pradera de estrella + 1.5 kg de suplemento

Ganancia de peso total

Los valores de la (GPT) se muestran en la Tabla 6, se observó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.001$) con menor GPT $38.0 \text{ kg animal}^{-1}$ en el (T1) y, mayor ganancia $92.7 \text{ kg animal}^{-1}$ en el (T4) y presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.0005$). La ganancia de peso lograda en el T4 superó ($p \leq 0.05$) a las observadas en T1, T2 y T3 en 143.9, 46.3 y 18.1%, respectivamente. La ganancia alcanzada en el T3 superó ($p \leq 0.05$) en 106.6 y 23.9% a la ganancia exhibida en T1 y T2, respectivamente; el T2 superó ($p \leq 0.05$) a la GDP hallada en el T1 en 67.2% (Tabla 6).

Relación beneficio costo

Las relaciones beneficio costo (RBC) exhibieron diferencia altamente significativa ($p \leq 0.0001$; tabla 6) por efecto de tratamientos, con mayor RBC 4.43 en el T2 y el menor valor 2.26 ocurrió en el T4, ambas fueron diferentes ($p \leq 0.05$). La RBC lograda en el T2 fue superior ($p \leq 0.05$) a la observada en los T3 y T4 en 53.8 y 96%, respectivamente y, el T3 superó ($p \leq 0.05$) en 27.4% al valor logrado

en el T4. En términos generales, se aprecia que la RBC se afectó negativamente al aumentar la cantidad de suplemento a los becerros, esto puede ser debido a que, al ofrecer una mayor cantidad de suplemento, que tiene un precio de adquisición alto se incrementa el costo de alimentación y, en consecuencia, se reduce la RBC.

Tabla 6. Ganancia de peso total (kg animal⁻¹) y relación beneficio costo de becerros pastando una pradera de pasto estrella de África (*Cynodon plectostachius*), suplementados con alimento comercial (APIABA®).

Tratamiento	Ganancia peso	RBC \$	N
T1	38.00 ^d (0.74)	0.00 ^d (0.00)	4
T2	63.37 ^c (1.55)	4.43 ^a (0.18)	4
T3	78.50 ^b (0.29)	2.88 ^b (0.12)	4
T4	92.70 ^a (1.44)	2.26 ^c (0.05)	4

^{abcd} Medias en columna con distinta literal son estadísticamente diferentes (Tukey; $\alpha = 0.05$); () : Error estándar de la media; N: Número de becerros por tratamiento; RBC: relación beneficio costo; T1: Becerros pastando pradera de estrella sin suplemento; T2: Becerros pastando pradera de pasto estrella + 0.5 kg de suplemento; T3: Becerros pastando en pradera de estrella + 1.0 kg de suplemento y T4: Becerros pastando pradera de estrella + 1.5 kg de suplemento

DISCUSIÓN

Rendimiento de materia seca total

Valores similares de rendimiento de materia seca reportan Ramírez *et al.* (2003) para *Cynodon plectotachyus* pastoreada con becerros con asignación de forraje del 3% del peso vivo en trópico seco. Por su parte Torres *et al.* (2020) reportan rendimientos de MS para pasto estrella sin riego ni fertilización, en frecuencias de pastoreo e intensidad de defoliación ligera de 28 y 35 días de 3 786 y 4 271 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Los cuales son superiores a las medias halladas en este estudio, en ambas frecuencias e intensidad ligera. Mientras que Aguirre *et al.* (2006) reportan valores similares a los encontrados en esta investigación en los tres primeros ciclos de pastoreo en pradera de pangola *Digitaria decumbens* pastoreada por becerros con periodos de descanso de 30 días. La similitud de los resultados, aunque los periodos de descansos fueron diferentes, pueden estar asociados al uso de riego por aspersión, lo que estimuló a la pradera a lograr buenos rendimientos.

Relación hoja:tallo

Resultados variables en relación hoja:tallo reportan Aguirre *et al.* (2006) en pasto pangola pastoreado por becerros en época de verano similares, sin embargo, en invierno fueron inferiores con 0.74. Para pasto insurgente (Hernández *et al.* 2002) reportan un valor menor con 0.60 y esto también sucedió en pasto estrella (Torres *et al.* 2020) resultados inferiores a los hallados en este estudio con variaciones de 0.6 a 0.7 para frecuencias de corte de 28 y 35 días e intensidades de defoliaciones ligera y severa, respectivamente, en trópico seco, las diferencias pueden ser debidas a un mayor periodo de descanso y, a los riegos que se dieron a las praderas de estrella en este

estudio (Ramírez *et al.* 2003), por lo que, el rendimiento de MS de tallos es menor que el empleado por estos investigadores

Tasas de crecimiento

Para la tasa de crecimiento resultados menores fueron reportados por Ramírez *et al.* (2003) para pasto estrella de África con $19 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ pastoreada por becerros con asignación de 3% y periodo de descanso de 30 días, en la época de verano, donde posiblemente las precipitaciones fueron escasas, causando menores tasas de crecimiento. De igual manera Aguirre *et al.* (2006) reportan tasas de crecimiento para pasto pangola inferiores a las reportadas en este estudio, diferencias que pueden ser debido a la aplicación de riego por aspersión en este estudio, lo que favoreció mayores tasas de crecimiento. Para pasto insurgente Hernández *et al.* (2002) reportan un crecimiento de $137.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en pastoreo con periodo de ocupación de tres días y 30 de descanso, esto puede ser debido a un mayor periodo de descanso empleado.

Ganancias de peso diaria

El contenido de PC del pasto ofrecido a los toretes fue de 7.9%. Las ganancias de peso (GP) halladas en este estudio incrementaron al aumentar la cantidad de suplemento ofrecido, tendencia similar a la reportada por Aguirre *et al.* (2021) para ovinos; lo anterior puede ser debido a que mayores consumos de suplemento trae consigo, una mayor ingestión de nutrientes (proteína y energía) contenidos en el suplemento mejorando su comportamiento productivo. En general, en los niveles estudiados se observa un comportamiento de la ganancia de peso por efecto de la suplementación, en los niveles estudiados en esta investigación. Menores valores de GP 0.47 kg día^{-1} son reportadas por Aguirre *et al.* (2010) para becerros en pastoreo en praderas de pangola suplementados, esta diferencia puede ser atribuible a un mayor periodo de descanso de la pradera e incluyó periodo seco donde las GP descendieron drásticamente. La GP diaria en los tratamientos suplementados fueron superiores a la reportada por Mijares *et al.* (2012) cuyo valor fue 0.493 kg con suplementación tradicional a toretes pastando praderas de estrella de África, estas bajas GP pueden ser debidas a que, el contenido de proteína del pasto fue 6.8%, lo que posiblemente limitó el consumo de materia seca y, en consecuencia, la GP.

Otros investigadores como Graillet *et al.* (2017) reportan GP de $0.494 \text{ kg día}^{-1}$ para becerros en pastoreo suplementados con bloques nutricionales, esta baja GP puede ser atribuible a que el consumo de suplemento fue bajo por la forma en que se suplemento, lo que posiblemente causó bajos consumos del suplemento. Similarmente, Guarneros-Altamirano *et al.* (2017) consignan GP de $0.507 \text{ kg día}^{-1}$ para becerros suplementados. Las mayores GP logradas en este estudio pueden asociarse a que los becerros consumían forraje de mayor calidad nutritiva como consecuencia de un periodo de descanso aplicado a la pradera de 18 días.

Ganancia de peso total

En la ganancia de peso total el comportamiento observado en esta investigación es similar a lo encontrado por Aguirre *et al.* (2010) quienes trabajando con becerros pastando praderas de pangola y suplementados encontraron ganancias de peso de 99 kg. Mientras que Cabrera *et al.* (2005) reportan que la suplementación mejoró las ganancias de peso de toretes pastando praderas de estrella de África en relación con los que no se suplementaron, estas fueron de 26.8 y 36.6 kg de

pesos acumulados para un periodo de 60 días, en el grupo testigo solo pastoreo y para los suplementados, respectivamente. La diferencia puede ser atribuible a un periodo de estudio menor que el empleado en esta investigación y, la suplementación se realizó con bloques proteicos, lo que posiblemente afectó el consumo de proteína y energía debido a un bajo consumo de suplemento.

De manera similar Mijares *et al.* (2012) estimaron ganancias de peso acumuladas a un periodo de 90 días de 38.7 kg para toretes en pastoreo de pasto estrella con periodo de descanso de 27 días y tres de ocupación, con suplementación en bloques, sus ganancias de peso fueron inferiores a los valores encontrados en este estudio, esas diferencias pueden ser debido a la forma en que se ofreció el suplemento, en esta forma el animal consume menos que cuando se ofrece en pelet o molido. Por otra parte, Graillet *et al.* (2017) reportan ganancias de peso acumuladas para becerros de 44.5 kg para un periodo de estudio de 90 días pastando praderas de *Cynodon plectostachyus* y *Brachiaria decumbens* utilizando suplemento en forma de bloques, esta diferencia puede estar asociada a la forma del suplemento utilizado, debido a que el animal tiene mayores consumos con un alimento molido que en forma de bloque y, con ello logra un mayor consumo de proteína y energía.

En general, se observó que los tratamientos en los que se ofreció suplemento a los becerros las GPT fueron mejores que en el T1, inclusive, al aumentar los niveles de suplemento ofrecido las ganancias de peso incrementaron de manera significativa, esto puede ser debido a que, al aumentar la cantidad de suplemento los becerros disponen de una mayor cantidad de proteína y energía para lograr una mayor ganancia de peso.

Relación beneficio costo

En una investigación en becerros pastando praderas de pasto pangola con periodos de descanso de 30 días y suplementados con alimento comercial y harina de cacahuananche (*Gliricidia sepium*) empleada a diferentes niveles de sustitución (Aguirre *et al.* 2006) encontraron que la RBC es menor 1.31 en el tratamiento en que el suplemento consistió en alimento comercial (AC) y se mejoró sustancialmente 2.8 cuando se sustituyó al alimento comercial 75% por la harina de cacahuananche, similar al valor logrado en el T3. Los becerros en este estudio mostraron una mayor RBC 4.4 en el menor nivel de suplemento ofrecido y descendió al incrementar la cantidad de suplemento, esto se explica por el costo de los AC, por esa razón, al sustituir el AC por harina de cacahuananche se mejoró la RBC por su bajo costo de éste; además, un periodo de descanso mayor aplicado a la pradera afecta negativamente la cantidad de proteína y energía presente en su MS.

Guarneros-Altamirano *et al.* (2017) efectuaron un análisis económico para determinar el beneficio económico de la suplementación, expresado en términos de la diferencia entre los ingresos y los costos asociados a las prácticas zootécnicas realizadas. En la época de lluvias, la suplementación redujo en 27.2% el beneficio económico, respecto al de los becerros del grupo testigo. Sin embargo, durante la época de sequía, la suplementación mejoró la utilidad neta entre 63.2 y 71.1%, lo anterior puede ser atribuible a que la calidad del forraje en la época seca es baja y, el contenido de nutrientes (proteína y energía) en el suplemento mejora el comportamiento productivo del animal.

A pesar de los niveles de suplementación empleados en esta investigación de 1.0 a 1.5 kg reducen la relación beneficio costo, aun así, el proceso productivo es rentable, dado que permite recuperar lo invertido en el suplemento y, ganar 1.26 por cada peso que se invierte en suplemento, esto para

el nivel de suplementación más alto T4. Los resultados de ganancias de peso y RBC de esta investigación, indican que la suplementación es una alternativa que, manejada estratégicamente, puede reducir los periodos de engorda de becerros aún realizados en condiciones de pastoreo, lo que permitirá, además, mejorar la calidad de vida de los productores.

CONCLUSIONES

El rendimiento de la pradera de estrella de África no fue afectado, pero, la ganancia de peso diaria y acumulada de becerros pastando una pradera de pasto estrella, mejoró en los tratamientos en los que se ofreció como suplemento alimento comercial en relación con el tratamiento testigo, mientras que, la relación beneficio costo se redujo a niveles de suplementación por arriba de 0.5 kg por torete por día.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Aguirre HA, Ramírez RO, Pérez PJ, Jiménez GR, Herrera HJG, Hernández GA (2006) Rendimiento de una pradera de Pangola y cambios de peso de becerros, por efecto de la inclusión de harina de cacahuananche (*Gliricidia sepium*) en el suplemento. REDVET 7(11):1-14.
- Aguirre HA, Bornios HFC, Ramírez RO, Pérez PJ, Jiménez GR, Hernández GA, Miguel CA, Hernández RB (2010) Respuesta productiva de becerros en pastoreo de praderas de pangola, suplementados con alimento comercial y harina de cacahuananche (*Gliricidia sepium*). REDVET 11(1): 1-13.
- Aguirre HA, Gasga PL, Peláez EUV, Galindo RA, Lozano AE, Mondragón CU (2021) Productive response of pelibuey sheep to supplementation in the stretching season in the dry tropic. American Journal of Plant Sciences 12: 1319-1327. <https://doi.org/10.4236/ajps.2021.129092>
- Barros MF, Núñez PI, Yoshimi WU, González NW, Evelazio SN (2003) Suplementación con sal mineral proteinada para bovinos de carne en crecimiento y finalización, pastoreando Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) en invierno. Revista Brasileña Zootecnia 32: 235-245.
- Cabrera NA, Elorza MP, Daniel RI (2005) Efecto de tres suplementos proteicos sobre la ganancia de peso en becerros cebú/zuiso que pastan en Zacate Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). UDO Agrícola 5(1): 103-106.
- García E (2004) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4th edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México 217p.
- Graillet JEM, Arieta RRJ, Aguilar GMC, Alvarado GLC, Rodríguez ON (2017) Ganancia de peso diario en toretes de iniciación en pastoreo suplementados con bloques nutricionales. REDVET 18: 1.
- Govea-Luciano A, Gómez-Vázquez A, Pinos-Rodríguez JM, Lorenzo-Rodríguez JM, Martínez-Martínez R, Rojas-García AR (2021) Efecto de la concentración de proteína y nitrógeno ureico sobre el rendimiento de proteína de la leche. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. II: e2888. <https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2888>

- Guarneros AR, Gutiérrez OE, Bernal BH, Avalos RR, Castillo GE, Olivares SE (2017) Acondicionamiento de becerros previo a la recría bajo pastoreo en trópico seco: efectos sobre el peso corporal y la condición sanitaria. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(4): 341-451. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4643>
- Hernández GA, Martínez HPA, Mena UM, Pérez PJ, Enríquez QJF (2002) Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvia. *Técnica Pecuaria México* 40(2): 193-205.
- INEGI (2022) Censo Agropecuario 2022. www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/. Fecha de consulta: 25 de abril de 2024.
- Mijares LH, Hernández MO, Mendoza MG, Vargas VL, Aranda IE (2012) Cambio de peso de toretes en pastoreo en el trópico: respuesta a suplementación con bloque multinutricional. *Universidad y Ciencia* 28(1): 39-49.
- Maldonado-Peralta MÁ, Aguirre HA, Rojas-García AR, García-Montalvo IA, Ortega-Acosta SÁ, Martínez-Vázquez J (2024) Rendimiento y valor nutritivo de pastos *Urochloa* híbrido en el trópico seco de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* Núm. Esp. IV: e4032. <https://doi.org/10.19136/era.a11nIV.4032>
- Quiroz FS, Rojas HJ, Olivares PE, Hernández CR, Jiménez GA, Córdova IA, Villa M, Abdel FS (2015) Composición nutricional, consumo e índice de palatabilidad relativa de los frutos de tres acacias en la alimentación de ovejas y cabras. *Archivos de Medicina Veterinaria* 47: 33-38. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2015000100007>
- Ramírez RO, Pérez PJ, Hernández GA, Herrera HJG y Martínez HPA (2002) Evaluación del rendimiento y la utilización de la asociación estrella-clitoria cosechada a diferentes asignaciones de forraje. *Técnica Pecuaria México* 41(2): 219-230.
- Rojas-García AR, Torres SN, Maldonado PMA, Sánchez SP, García BA, Mendoza PSI, Álvarez VP, Herrera PJ, Hernández GA (2018) Curva de crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria* híbrido BR02/1794) a dos intensidades de corte. *Agroproductividad* 11(5): 34-38.
- SAS (2011) Institute. 2011 The SAS 9.2 for Windows. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 360p.
- Torres SN, Moctezuma VM, Rojas GAR, Maldonado PMA, Gómez VA y Sánchez SP (2020) Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* pub. esp. Num. 24: 35-46. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2356>
- Thornton P (2010) Livestock production: Recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Biological Sciences Society* 365: 2853-2867. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0134>