



La suplementación estratégica de bucerros manejados en pasturas con predominio de *Hymenachne amplexicaulis* estimula las conductas de ingestión y mejora la ganancia de peso

Strategic supplementation of buffalo calves managed in pastures with a predominance of *Hymenachne amplexicaulis* stimulates ingestion behavior and improves weight gain

René Mauricio Patiño P¹, Luis Guillermo Altahona B², Luz Mercedes Botero A.³

- ¹. Docente, Esp. M.Sc. D.Sc. Facultad de Ciencias Agropecuarias - Grupo Biodiversidad Tropical – Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia
- ². Docente, M.Sc. Facultad de Ciencias Agropecuarias - Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia
- ³. Zootecnista, Esp. M.Sc. Grupo Biodiversidad Tropical – Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia

Recibido: Marzo 30 de 2022

Aceptado: Junio 25 de 2022

*Correspondencia del autor: René Mauricio Patiño P

E-mail: rene.patino@unisucra.edu.co

<https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i34.259>

Resumen

Introducción: En Colombia, la producción bufalina viene creciendo de forma importante. Los búfalos se adaptan bien a zonas aluviales, que se caracterizan por la presencia de especies de gramíneas nativas, como *Hymenachne amplexicaulis*. **Objetivo:** Evaluar el efecto de diferentes tipos de suplementación sobre el desempeño productivo y comportamiento ingestivo de bucerros manejados en pasturas con predominio de *Hymenachne amplexicaulis*. **Materiales y métodos:** Treinta bucerros Murrah, con 67.5 (DE=2) kg de peso y 4 meses de edad, se asignaron, aleatoriamente, a tres tratamientos: SS: sin suplementación; SM: suplemento mineral y SM+C: suplemento mineral + balanceado (0.5% peso corporal). Los animales pastorearon en praderas con predominio de *Hymenachne amplexicaulis*, y en la noche recibieron el suplemento en corrales. Las variables estudiadas fueron la ganancia de peso y el tiempo destinado a realizar diferentes conductas de ingestión, además de las tasas de bocados y estaciones de alimentación. **Resultados:** El consumo diario de mezcla mineral fue de 33.8 g en los dos grupos suplementados, y el de balanceado de 149.3 g. La oferta de SM y de SM+C produjo un incremento extra en la ganancia de peso de 68 y de 227 g, respectivamente ($p < 0.001$). Los animales suplementados presentaron mayor tiempo de pastoreo ($p < 0.001$) y menor tiempo de rumia ($p = 0.001$). La relación beneficio/costo, para los tratamientos SM y SM+C, fue de 4.2 y 4.3, respectivamente. **Conclusión:** Bajo las condiciones de estudio, las dos estrategias de suplementación evaluadas mejoraron el desempeño de los animales y presentaron viabilidad económica, en especial la oferta simultánea de mezcla mineral y de alimento balanceado.

Palabras clave: búfalo, comportamiento ingestivo, desempeño, pasturas inundadas, suplementación

Abstract

Introduction: In Colombia, buffalo production has been growing significantly. Buffaloes adapt well to alluvial areas, which are characterized by the presence of native grass species, such as *Hymenachne amplexicaulis*. **Objective:** To evaluate the effect of different strategies of supplementation on the productive performance and ingestive behavior of calves managed in pastures with a predominance of *Hymenachne amplexicaulis*. **Materials and methods:** Thirty Murrah calves, weighing 67.5 (SD=2) kg and 4 months old, were randomly assigned to three treatments: SS: no supplementation; SM: mineral supplement and SM+C: mineral supplement + concentrate (0.5% body weight). The animals grazed in meadows with a predominance of *Hymenachne amplexicaulis*, and at night they received the supplement in pens. The variables studied were weight gain and time spent on different eating behaviors, in addition to biting rate and feeding stations. **Results:** The mineral mixture consumption was 33.8 g in the SM and SM+C groups, and the balanced consumption was 149.3 g. The supply of SM and SM+C produced an extra increase in weight gain of 68 and 227 g, respectively ($p < 0.001$). Supplemented animals grazed longer ($p < 0.001$) and ruminated less time ($p = 0.001$). The benefit/cost ratio for the SM and SM+C treatments was 4.2 and 4.3, respectively. **Conclusion:** Under the study conditions, the supplementation strategies evaluated improved the performance of the animals and presented economic viability, especially the simultaneous offer of mineral mix and balanced feed.

Keywords: buffalo, feeding behaviour, performance, swamp grass, supplementation

Introducción

La producción bufalina viene presentando un ritmo positivo de crecimiento durante los últimos años, lo que se refleja en un incremento importante del inventario en varias regiones de Colombia, como es el caso de la región Caribe (1). La especie bufalina se adapta muy bien a zonas aluviales, las cuales se caracterizan por la presencia de especies gramíneas nativas, que crecen y se desarrollan en estas condiciones, como *Hymenachne amplexicaulis*. Según Enriquez (2), el pasto canutillo (*Hymenachne amplexicaulis*), que crece en condiciones de inundación, produce entre 4 - 21 toneladas de MS por año, y se caracteriza por su elevado contenido de PB (16%) y digestibilidad de la MS (66 - 80%), valores que, comparados con otros forrajes de zonas tropicales, son notoriamente mayores. La mayor parte de los búfalos en la región se manejan en pastoreo, por lo que la disponibilidad y calidad nutricional de los forrajes son un factor determinante del desempeño productivo de los hatos ganaderos y, por tanto, de la sostenibilidad económica de la actividad (3). Parte de la actividad bufalina en la zona, se realiza en zapales, que son humedales de la planicie de inundación, donde se realizan prácticas agrícolas y ganaderas (4), por lo que es importante implementar prácticas que mejoren la productividad de las empresas pecuarias y que eviten que se generen problemas ambientales por la ampliación de las áreas en ganadería y que, a su vez, aporten a la sostenibilidad

económica, social y ambiental de la actividad. Por otra parte, el sistema de manejo de mayor relevancia para la especie bufalina en la Región es el de doble propósito, por lo que la viabilidad y el desempeño productivo de las crías constituye otro de los factores que más influencia tienen sobre la productividad del sistema (5). En ese sentido, la tasa de crecimiento de los bucerros será la variable productiva determinante del peso al destete y en el caso de las hembras de reposición, de la edad al primer servicio y, por tanto, de la edad a la primera parición. Estudios con bucerros indican que la ganancia de peso mejora con la oferta de suplementos alimenticios (6). Cuando un animal se alimenta en condiciones de pastoreo, como el caso de los rumiantes, las conductas etológicas asociadas a la alimentación representan una de las herramientas de gestión de la alimentación más importantes, por toda la información que se puede generar a partir del análisis de dichas conductas. Por lo tanto, el estudio del comportamiento, para evaluar y optimizar el manejo de búfalos en diferentes condiciones de manejo, es relevante (7). Por este motivo, se planteó la presente investigación, con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes tipos de suplementación sobre el desempeño productivo y comportamiento ingestivo de bucerros manejados en pasturas con predominio de *Hymenachne amplexicaulis*, en un sistema doble propósito.

Material y métodos

Lugar y animales experimentales: La investigación se realizó en una finca ubicada en el municipio de San Marcos, Sucre, perteneciente a la formación de zoonobioma Bosque Seco Tropical (bs - T), con áreas (67.5 ha) de pastoreo con zonas secas y de zapales (en agua). Se utilizaron 30 bucerros pertenecientes a la raza Murrah, manejados en el sistema doble propósito, con promedio de 120 días de edad y 67.5 kg (D.E = 2) de peso.



Figura 1. Fotos de los animales experimentales y de las condiciones del lugar. (Foto: autores)

Tratamientos: Los animales, mantenidos en pastoreo, fueron distribuidos a tres tratamientos, según un diseño completamente al azar: SS- sin suplementación; SM- suplemento mineral comercial (30 g día⁻¹) y SM+C- suplemento mineral (30 g día⁻¹) + concentrado (0.5% del peso corporal), ofrecidos por cada animal. El tratamiento SS se consideró como control, ya que representaba el manejo tradicional realizado. La oferta de 0.5% del peso de alimento suplementario buscó no causar efecto de sustitución de pasto por concentrado. Por lo tanto, la hipótesis planteada fue que la suplementación mejora la ganancia de peso sin disminuir la ingestión de forraje. La fase experimental duró 75 días, incluyendo un periodo de adaptación a los tratamientos de 15 días.

En las tablas 1 y 2 se especifica la composición de los suplementos concentrado y mineral, respectivamente.

Tabla 1. Ingredientes y composición del alimento concentrado

Ingredientes	Inclusión ¹ %
Maíz molido	45
Torta de soya	25
Salvado de arroz	30

Composición nutricional (% base seca)

Materia seca, %	87.5
Proteína bruta, %	16.3
Proteína soluble, %	13.7
Fibra insoluble en detergente neutro, %	20.6
Fibra insoluble en detergente ácido, %	9.6
Energía metabolizable ² , Mcal/kg MS	2.5

¹Base húmeda; ²Valores de referencia de los alimentos utilizados

Tabla 2. Análisis garantizado de la mezcla mineral¹

Humedad, máximo	5%
Fósforo, mínimo	7%
Calcio, mínimo	10.1%
Azufre, mínimo	9%
Magnesio, mínimo	0.80%
Flúor, máximo	0.07%
Zinc, mínimo	0.32%
Cobre, mínimo	0.15%
Yodo, mínimo	0.02%
Cobalto, mínimo	0.006%
Cloruro de sodio, mínimo	35.5%

¹Sal Somex® búfalos cría (7% de P), rótulo de información de composición del producto.

Manejo de los animales y mediciones en la pastura: Durante el estudio, los bucerros y sus madres permanecieron en un área de 67.5 ha (42.8 ha en pasturas naturales y 24.7 ha en zapales – bosques inundables) con manejo alterno del pastoreo, desde las 08:00 h, momento en que finalizaba el ordeño, hasta las 17:00 h, hora en que eran apartadas las crías de sus madres y llevadas a los corrales en donde recibían los suplementos, actividad que correspondió al manejo rutinario dado a los animales en la finca. En los potreros, los animales bebían el agua directamente del zapal y en los corrales de bebederos con agua a disposición.

Los diez animales de cada tratamiento se agruparon en un corral cubierto. El primer corral (animales del T1-SS) estaba provisto, solamente, de un bebedero (manejo rutinario); el segundo corral (animales del T2-SM), con dos saladeros y un bebedero; y el tercer corral (animales del T3-SM+C), con dos comederos, dos saladeros y un bebedero. Los comederos y saladeros plásticos (1.1 m de longitud) tenían capacidad de 100 l y el bebedero plástico circular con capacidad de 250 l. Cada animal tenía disponibles 22 cm lineales de comedero y saladero, usando ambas laterales, y 31.4 cm de bebedero. Los animales permanecían en los corrales hasta la 06:00 h, hora del ordeño.

Los suplementos eran pesados y ofrecidos, diariamente, antes del ingreso de los animales a las 17:00 h. Cada día, luego de la salida de los animales, las sobras de alimento eran pesadas, y una muestra guardada para realizar el ajuste en base seca.

La disponibilidad de materia seca de la pastura (kg MS/ha) se midió, semanalmente, usando el método de pa-

trones (8), donde se identificaron cinco estratos en la biomasa asignando una calificación de 1 a 5. Igualmente, se colectaron muestras del forraje a través del método de simulación de pastoreo para realizar los análisis de composición química nutricional (materia seca, proteína bruta, cenizas y materia orgánica) aplicando la metodología de la AOAC (9). También se cuantificaron las proporciones de fibra insoluble en detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) (10). Las mismas determinaciones fueron realizadas en el alimento balanceado. Parte de la muestra de forraje colectada se usó para determinar la composición florística de la pastura, haciendo la separación de forma manual, para posteriormente, pesar, secar y expresar en términos porcentuales la participación de cada fracción. Antes de los análisis se adecuó la muestra para la molienda, realizando un pre-secado en estufa de ventilación forzada a 60°C durante 48 h. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Sucre. Para cuantificar la concentración de los minerales P, Ca, Mg, Na y S se envió una muestra conjunta a un laboratorio especializado para dicho fin.

Variables en estudio

Consumo de suplemento: El consumo de suplemento se calculó a partir de la diferencia entre la cantidad ofrecida y la rechazada, promediando todos los valores diarios registrados durante la fase experimental. Para obtener el consumo por animal, se dividió el consumo del grupo entre el número de animales presentes. Por este motivo, el valor promedio por animal correspondió al valor promedio de consumo para el grupo y no por individuo.

Variación del peso corporal: Los bucerros fueron pe-

sados, quincenalmente, a las 05:30 h, utilizando una báscula mecánica. La variación de peso se calculó a partir de la diferencia entre el peso final y el inicial, y la ganancia diaria, dividiendo el anterior valor entre el número de días del intervalo.

Conductas asociadas al consumo de alimento: Se estudió el efecto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo de los bucerros mediante observación directa (11), escogiendo, al azar, cinco animales de cada tratamiento. Las variables estudiadas fueron los tiempos dedicados al pastoreo, rumia, bebida, caminata, descanso y otras actividades (diferentes a las anteriores). En el caso de las variables rumia y descanso se relacionó también la posición (echado o de pie). Las observaciones se llevaron a cabo en las zonas secas y en las húmedas, y durante la permanencia en potreros y en corrales. Los registros de cada observación se realizaron en intervalos de 5 minutos durante la permanencia en potrero y en corral. También se calculó la tasa de bocado y el número de estaciones de alimentación visitadas por minuto (12). Estas se realizaron durante tres momentos del día (10:00-11:00 h; 12:00-13:00 h y 15:00-16:00 h), coincidiendo con la actividad del pastoreo. En cada intervalo de tiempo se realizaron 4 mediciones, usando un cronómetro, por periodos de 1 minuto, para expresar las variables como bocados o estaciones visitadas por minuto. Una estación de alimentación se consideró como un semicírculo hipotético de área de consumo del animal sin desplazarse moviendo ambos miembros anteriores (13). Durante la permanencia en corrales se realizaron observaciones de rumia, consumo de suplemento o agua, descanso y la frecuencia de visitas a los comederos y saladeros, también cada cinco minutos. El

estudio comportamental se realizó cuatro veces durante el periodo experimental, totalizando 88 horas de observación directa sobre cada animal. En ciertos momentos se hizo uso de binóculos para facilitar la observación.

Análisis económico: El análisis económico de las estrategias de alimentación evaluadas se realizó partiendo del costo de los suplementos y asumiendo costos constantes para todos los demás costos de producción, es decir que se confrontó el valor de la ganancia extra de peso con el costo de la suplementación (Relación beneficio:costo), tomando el valor de venta del kilogramo en pie del comercio local.

Análisis estadístico: Se realizó un análisis de varianza acorde a un diseño completamente al azar con 10 repeticiones por tratamiento ($n = 30$) para la variable ganancia de peso y con 5 repeticiones ($n = 15$) para las variables del comportamiento ingestivo. El modelo matemático utilizado fue: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, donde Y_{ij} representó la respuesta animal i recibiendo el tratamiento j ; μ , la media general; y e_{ij} , el error experimental. Las medias fueron comparadas, utilizando una prueba de contraste (T_1 vs $T_2 + T_3$ y T_2 vs T_3) a una probabilidad de 5%. Las medias del consumo de suplemento mineral se compararon usando la prueba t (0.05%). Las variables de desempeño y de conductas de ingestión se correlacionaron (correlación de Pearson) entre sí. Para analizar los datos se usó el software SPSS v.17.

Resultados

En la Tabla 3 se presenta la composición química nutricional y florística de la pastura durante el periodo de ejecución del estudio.

Tabla 3. Composición química y florística de la pastura disponible para la alimentación de los bucerros

Componente	% (base seca)
Materia seca	25.1
Proteína bruta	13.9
Extracto etéreo	2.0
Fibra insoluble en detergente neutro	72.2
Fibra insoluble en detergente ácido	41.7
Cenizas	11.5
Materia orgánica	88.5
Fósforo	0.3
Calcio	0.2
Magnesio	0.32
Sodio	0.09
Azufre	0.082

Composición florística del potrero

Canutillo (<i>Hymenachne amplexicaulis</i>)	95.4
Braquipará (<i>Brachiaria plantaginea</i>)	1.3
Lambe lambe (<i>Leersia hexandra Sw</i>)	1.2
Otras especies (<i>H. indicus</i> , <i>A. bulgaris</i>)	2.1

Como complemento a la información de la Tabla 3, se tiene que el zapal estaba constituido por pastos nativos y plantas acuáticas como canutillo (*Hymenachne amplexicaulis*), lambe lambe (*Leersia hexandra Sw*), bledo de puerco (*Amaranthus dubuis*), junco (*Eleocharis sp*), taruya (*Eichornia crassipes*), lechuga de agua (*Pistia sp*) y oreja de mula (*Piaropus azureus*). El pasto canutillo (*Hymenachne amplexicaulis*) fue la especie predominante (95.4%) en el área de pastoreo. En promedio, durante la fase experimental, la disponibilidad de materia seca de la pastura fue de 2550 kg/ha.

El consumo de mezcla mineral por parte de los animales en el tratamiento SM presentó un valor medio de 33.8 g día⁻¹ (0.04% del peso corporal) y en el tratamiento SM+C fue, también, de 33.8 g día⁻¹ (0.036% del peso corporal). Por otra parte, el consumo de suplemento concentrado presentó (grupo SM+C) un valor medio de 149.3 g día⁻¹ (0.16% del peso corporal). Estas medias corresponden al promedio grupal, ya que no se realizó estimación individual del consumo.

Las dos estrategias de suplementación incrementaron la ganancia de peso de los bucerros (p<0.001) bajo el manejo experimental adoptado (Tabla 4). La oferta de suplemento mineral (SM) representó una ganancia diaria de peso adicional de 68 g (+21.3%), mientras que, adicionalmente, al ofrecer el alimento concentrado (SM+C) la ganancia fue 227 g (+71%) superior a la de los animales no suplementados, y 159 g (+41%) superior a la observada en el tratamiento SM (p<0.001).

Tabla 4. Ganancia de peso total (GPT) y diaria (GPD) y comportamiento ingestivo de bucerros recibiendo diferentes estrategias de suplementación

Variable	Tratamientos ¹			Valor de ⁶ p ²		⁹ ESM
	³ SS	⁴ SM	⁵ SM+C	⁷ C1	⁸ C2	
¹ GPT, kg	24.0	29.1	41.0	<0.001	<0.001	1.65
² GPD, kg	320	388	547	<0.001	<0.001	22.0
Pastoreo, min/día	299.3	336.3	356.0	<0.001	0.101	5.66
Rumia, min/día	312.8	261.8	253.8	0.001	0.673	8.29
Descanso, min/día	640.3	663.5	597.5	0.621	0.005	9.75
Caminata, min/día	51.5	40.5	49.1	0.106	0.079	2.0
Bebida, min/día	6.3	3.5	7.3	0.594	0.051	0.784
Otros, min/día	3.0	2.8	10.0	0.06	0.001	0.924
Estaciones/min	2.6	2.9	2.3	0.903	0.010	0.113
Bocados/min	15.4	16.0	17.0	0.001	0.324	0.113
Consumo de SM, min/día	-	8.3*	13.8*	-	-	0.696
Consumo de C, min/día	-	-	14	-	-	0.191

¹GPT = Ganancia de peso total; ²GPD = Ganancia de peso individual; ³SS- sin suplementación; ⁴SM- suplemento mineral comercial (30 g día⁻¹) y ⁵SM+C- suplemento mineral (30 g día⁻¹) + concentrado (0.16% del peso corporal). ⁶Significancia del contraste (C) al 5%, ⁷C1 = SS vs (SM+(SM+C)); ⁸C2 = SM vs (SM+C); ⁹Error estándar de la media; *Medias diferentes (prueba t 0.05%), valor de P=0.002.

En cuanto a las variables de tipo etológico, se presentaron efectos ($p < 0.05$) de la suplementación sobre el tiempo dedicado a pastorear y a rumiar, al igual que un incremento en la actividad de ingestión (número de bocados por minuto), como se aprecia en la Tabla 4.

Entre los grupos que recibieron suplementos se encontró menor tiempo dedicado al descanso por parte de los animales del tratamiento SM+C, con 66 minutos menos que los otros dos tratamientos, pero en contraste, dedicaron más tiempo a realizar otro tipo de actividades, como juego y acicalamiento (Tabla 4). Los animales que recibieron concentrado visitaron menos estaciones ($p = 0.01$) de alimentación durante la actividad del pastoreo. Del tiempo total de pastoreo, la mayor proporción se realizó en tierra (91,4%), seguido del pastoreo en agua (8,3%), echado en agua (0,2%) y por último echado en tierra (0,1%), mientras que en el caso de la rumia la mayor proporción (73,9%) se realizó en la noche, durante la estancia de los bucerros en los corrales. Durante su permanencia en el potrero, la mayor proporción de rumia se realizó echado en agua (73,3%), seguida de rumia echados en tierra (20,3%), de pie en tierra (4,6%) y por último de rumia de pie en agua (1,7%).

La ganancia de peso se correlacionó positivamente con el tiempo dedicado al consumo de pasto ($r = 0.524$; $p = 0.045$) y al dedicado a otras actividades ($r = 0.745$; $p = 0.01$), y negativamente, con el tiempo dedicado al descanso ($r = -0.515$; $p = 0.05$). Entre las conductas evaluadas se encontraron correlaciones significativas entre el tiempo dedicado a caminar y a beber agua ($r = 0.588$; $p = 0.021$), a descansar y a otros comportamientos ($r = -0.642$; $p = 0.010$), a descansar y a beber agua ($r = -0.649$; $p = 0.009$), a beber agua y a otros ($r = 0.598$; $p = 0.019$), y a consumir sal y a otros ($r = 0.601$; $p = 0.018$).

El tiempo dedicado a caminar, beber agua y a otros comportamientos fueron las actividades en las que menos tiempo invirtieron los animales. Aunque los bucerros presentaron promedios de consumo de suplemento mineral semejantes, como se mencionó, anteriormente, los animales del tratamiento SM+C se notaron más activos en el saladero, ya que invirtieron 66% más tiempo en el saladero.

Finalmente, la relación beneficio/costo, para los tratamientos SM y SM+C, fue de 4.2 y 4.3, respectivamente, indicando la viabilidad económica de las dos estrategias evaluadas.

Discusión

Las especies vegetales presentes en los potreros son características de la zona (Mojana) en donde se realizó el estudio, que, como ecosistema, tiene particularidades relevantes (14), con presencia de los llamados zapales.

El pasto canutillo (*Hymenachne amplexicaulis*), que fue la especie predominante, se usa como recurso forrajero en varios lugares del mundo, debido, básicamente, a que prospera en condiciones que se pueden considerar restrictivas (zonas inundadas) para otros tipos de pasto (15), sin embargo, a pesar de su prevalencia en varias zonas, son escasos los estudios sobre el potencial productivo de la especie en términos forrajeros. El hecho de ser una especie con ruta fotosintética típica C3 la convierte en un recurso con potencial para muchas zonas tropicales (15).

Aunque, no se estudió la tasa de crecimiento, debido a las condiciones de manejo de larga ocupación, se puede considerar que la cantidad de materia seca disponible (2550 kg/ha), de manera continua, fue suficiente para soportar la carga presente, como reportado para especies forrajeras tropicales (3). La pastura utilizada en el estudio presentó un contenido de PB de 13.9%, muy próximo al observado (13.1%) para *H. amplexicaulis* (16), y que en general se puede considerar como un valor común para la especie, la cual presenta, usualmente, valores entre 8.5 y 16% (2, 17, 18), los cuales no comprometen la función ruminal bajo condiciones pastoriles (19). En el caso de las fracciones fibrosas, Muhakka et al (18) observaron valores inferiores (65.3% para FDN y 38.9% para FDA). Los valores para las fracciones fibrosas son semejantes a los observados en otras especies de gramíneas tropicales (20). En el caso del contenido de cenizas se tienen valores muy próximos a los reportados por Muhakka et al (18). La concentración observada de fósforo en la pastura fue de 0.3%, que para gramíneas que crecen en condiciones tropicales se considera como un valor satisfactorio, ya que se encuentra en el mismo rango de las exigencias para desempeños moderados para rumiantes en varias etapas (21), sin embargo, el valor para calcio (0.2%) está por debajo de las exigencias para producción (22). La concentración de sodio (0.09%) se considera alta para pastos tropicales, ya que la concentración media se aproxima a 0.04%, mientras que la de magnesio está en el rango para los pastos, entre 0.05 y 0.5%, pero no se consideran valores suficientes para suplir necesidades por encima del mantenimiento (23). Los anteriores hallazgos explican el efecto positivo de la suplementación

mineral sobre la ganancia de peso de los bucerros. Con relación al consumo de suplemento, aunque se lograron incrementos muy importantes en la ganancia diaria de peso, los bucerros no alcanzaron el consumo de alimento balanceado, inicialmente, propuesto (0.5% del peso corporal), debido, quizás, a los patrones de alimentación diurnos que presentan los bovinos (24), ya que el suplemento fue ofrecido a las 17:00 horas, aunque el encierro tenía luz artificial permanente durante la noche. Lo anterior se corrobora en un estudio realizado con hembras bufalinas en crecimiento, las cuales no presentaron mayor consumo de alimento al tener seis horas adicionales de luz artificial durante la noche (25). La explicación a las mejores ganancias de peso tienen que estar asociadas con el consumo total de alimento. El consumo de materia seca es un factor determinante del desempeño bufalino en sistemas pastoriles (6) aunado a la composición nutricional de lo consumido. Si se observan las variables referentes a las conductas de ingestión, se nota que los animales suplementados presentaron mayores tiempos de pastoreo ($p < 0.001$) y menores tiempos dedicados a la rumia, coincidiendo con lo observado en becerros Holstein suplementados a razón de 0,75% de PV, con maíz (26), lo que permite inferir que, especialmente, en el tratamiento SM+C se notó un efecto aditivo con estímulo del concentrado sobre el consumo de MS proveniente del forraje, como planteado por (27). Aunque en el estudio no se estimó el consumo de forraje, el incremento adicional en la ganancia de peso (+159 g día⁻¹) de los animales del tratamiento SM+C vs SM no se puede explicar solamente con el consumo extra de nutrientes a partir del concentrado, ya que la exigencia de proteína digestible para crecimiento oscila entre 0.24 a 0.45 g/g ganancia (28), y el aporte de proteína bruta del concentrado estaría cercano a 24 g día⁻¹, es decir por debajo de la cantidad de proteína digestible necesaria para cubrir esa ganancia adicional. Otro aspecto que se debe tener en cuenta, para explicar la ganancia de peso de los bucerros, es el consumo de leche. En este sentido, en un estudio paralelo con los mismos animales del estudio en mención, se observó un incremento en el tiempo de amamantamiento de los bucerros que recibían mezcla mineral y concentrado como suplementos (11), lo cual constituye otra de las explicaciones con relación a la ganancia de peso adicional. Bajo las condiciones del estudio, el contenido proteico de la pastura (13.9%) no podría considerarse como limitante del desempeño, sin embargo, la concentración de FDN de la misma fue de 72.2%, lo que podría limitar el consumo. En este escenario, la suplementación energética puede mejorar la función y la eficiencia ruminal

y, en general, la digestibilidad de la materia seca (29, 30), asociado a cambios benéficos en las interacciones y actividad de las comunidades microbianas en rumen, cuando se aseguran los niveles requeridos de proteína y energía a nivel ruminal cuando las dietas son ricas en fibra (31), lo que al final se traduce en mayor producción de AGV y de proteína microbiana, fuentes de energía y proteína, respectivamente, para el animal (30).

Aunque la mayor ganancia de peso ocurrió en los animales que recibieron el tratamiento SM+C, la oferta de solo suplemento mineral (SM) también causó un incremento en dicha ganancia. La población microbiana del rumen requiere de minerales para asegurar su adecuada actividad (32), al igual que el animal para sus procesos metabólicos. El suplemento mineral ofrecido realizó aportes de minerales como Ca, el cual se encontraba en niveles bajos en la pastura (0.2%) y sodio, para poder asegurar las exigencias para las ganancias de peso registradas en los tratamientos que recibieron el suplemento. Los minerales traza no fueron analizados, pero se conoce la necesidad de dicha suplementación en condiciones de pastoreo en zonas tropicales, para garantizar la productividad de los rebaños (33).

En cuanto a las variables de tipo etológico, se presentaron efectos de la suplementación sobre el tiempo dedicado a pastorear y a rumiar, y un incremento en la tasa de bocados, que fue inferior a la reportada por Napolitano et al (7) para búfalas jóvenes (40.1 bocados min⁻¹) pero en condiciones diferentes de pastoreo. Los hallazgos relacionados con las actividades de consumo de alimento y rumia indican la alta capacidad de adaptación de los búfalos a las diversas condiciones de manejo (7), como las observadas en las condiciones del área en donde se realizó el estudio.

Somparn et al (25), trabajando con hembras bufalinas de 250 kg de peso suplementadas con 1.5 kg de alimento concentrado, observaron un tiempo de consumo de alimento idéntico al observado en el presente estudio (299.3 min.), en el grupo control. De igual manera, el tiempo dedicado a descansar presentó valores muy próximos (entre 642 y 653 minutos), a los observados en el presente estudio (640 – 598 min). Por otra parte, los autores mencionados encontraron mayores valores en el tiempo dedicado a la rumia (417 – 425 min.). Los resultados confirman la distribución diaria de las diferentes actividades realizadas por los bovinos y la forma como estos pueden reflejar bienestar de estos animales (34), en especial el tiempo de descanso que se ubica

alrededor de 47.1%. En el actual estudio, la participación porcentual del tiempo de descanso fue de 49, 51 y 47% para los animales de los tratamientos C, SM Y SM+C, respectivamente, valores muy próximos a los indicados por los últimos autores. Con relación al tiempo diario dedicado al consumo de alimento por parte de bucerros, los mismos autores (34) indican un valor de 28.3%, también muy próximo a los observados para los tratamientos C, SM y SM+C, de 23, 26 y 29%, respectivamente, incluido el tiempo dedicado al consumo de suplementos. La rumia representó 24, 20 y 20%, respectivamente para los tratamientos en mención. Elkaschab *et al* (34) indica 31% de participación de la rumia en el total del tiempo de crías de búfalo, valor superior al observado en los tratamientos del presente estudio. El efecto del tipo de alimentación ofrecida a los búfalos tiene reflejo directo sobre el comportamiento ingestivo (35), por lo que su evaluación puede ser usada para la gestión y toma de decisión en ese tipo de sistemas de producción.

La relación beneficio/costo, para los tratamientos SM y SM+C, reflejó la viabilidad económica de las dos estrategias evaluadas. En ese sentido, aunque la relación fue semejante entre los dos tratamientos, la mayor tasa de crecimiento en el tratamiento SM+C tiene otras venta-

jas notorias, al reducir los tiempos de permanencia en el local, dado el caso que se lleven los animales a pesos más altos, y al permitir que las bucerras de reposición lleguen a sus metas reproductivas anticipadamente.

Conclusiones

Bajo las condiciones particulares en que se realizó el estudio, las dos estrategias de suplementación alimenticia evaluadas mejoraron la ganancia de peso de los bucerros y presentaron elevada viabilidad económica, en especial la oferta simultánea de mezcla mineral y de alimento balanceado.

El estudio de las conductas etológicas asociadas al consumo de alimento permitió verificar que los cambios en la alimentación se reflejan en estas, y que pueden ser usadas como criterios fundamentales para analizar el efecto de las estrategias de alimentación que se implementen.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Hacienda Mosquito por permitir la realización de la investigación en sus instalaciones y a la Universidad de Sucre por proveer los medios necesarios para su ejecución.

Referencias

1. ICA. (2022). Censo Pecuario Nacional. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
2. Enríquez, J.F., Hernández, A., Quero, A.R., Martínez, D. (2017). Producción y manejo de gramíneas tropicales para pastoreo en zonas inundables. INIFAP - Colegio de Postgraduados. Folleto Técnico. 60 p. https://www.researchgate.net/publication/280082284_Produccion_y_Manejo_de_Gramineas_Tropicales_para_Pastoreo_en_Zonas_Inundables
3. Boval, M., Eduoart, N., Sauvart, D. (2015). A meta-analysis of nutrient intake, feed efficiency and performance in cattle grazing on tropical grasslands. *Animal*, 9(6):973-982. <https://doi:10.1017/S1751731114003279>
4. Martínez-Reina, A. (2013). Caracterización socioeconómica de los sistemas de producción de la región de La Mojana en el Caribe de Colombia. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 14(2), 165-185. https://10.21930/rcta.vol14_num2_art:406
5. Krupová, Z., Krupa, E., Michaličková, M., Wolfová, M., Kasarda, R. (2016). Economic values for health and feed efficiency traits of dual-purpose cattle in marginal areas. *J. Dairy Sci*, 99(1): 644-656. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9951>
6. Mohd, Azmi AF., Ahmad, H., Mohd Nor, N., Goh, Y.M., Zamri-Saad, M., Abu Bakar, M.Z., Salleh, A., Abdullah, P., Jayanegara, A., Abu Hassim, H. (2021). The Impact of Feed Supplementations on Asian Buffaloes: A Review. *Animals* 11, 2033. <https://doi.org/10.3390/ani11072033https://digitalcommons.usu.edu/etd/3516>
7. Napolitano, P., Grasso, F., Braghieri, A., De Rosa, G. (2013). The behaviour and welfare of buffaloes (*Bubalus bubalis*) in modern dairy enterprises. *Animal*, 7(10):1704-1713. <https://doi:10.1017/S1751731113001109>
8. Haydock, K.P., Shaw, N.H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust J Exp Agric*, 15(76):663-670.

9. AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
10. Goering, H.K., Van Soest, P.J. (1970). Forage Fiber Analysis: Apparatus, Reagents, Pcedures and some Applications. USDA-ARS Agricultural Handbook 379, Washington DC.
11. Patiño, R., Fisher, V., Balbinotti, M., Moreno, C., Ferreira, E., Vinhas, R., Monk, P. (2003). Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. Rev. Bras. de Zootec., 32(6):1408-1418. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000600016>
12. Patiño, R., Botero, L., Altahona, L. (2011). Conducta de amamantamiento en crías de búfalo con diferentes tipos de suplementación. LRRD, 23(4). <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/pati23097.htm>
13. Flores, E. (1983). Applying the concept of feeding stations to the behavior of cattle grazing variable amounts of available forage. All Graduate Theses and Dissertations. 3516. <https://doi.org/10.26076/c022-696e>
14. Ayazo-Toscano, R. (2018). Caracterización ecológica de los humedales en la región de La Mojana. Informe técnico final. Convenio 16-075. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Córdoba, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
15. Arellano-Cueto, A., Quero-Carrillo, A., Zabaleta-Mancera, H., Silva-Luna, M., Cobos-Peralta, M., Pérez-Rodríguez, P. (2017). Caracterización anatómica de hoja de recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees. Rev. Fitotec. Mex., 40(1):65-72. <https://doi.org/10.35196/rfm.2017.1.65-72>
16. Syafría, H., Jamarun, N., Zein, M., Yani, E. (2015). Increased yield and nutritional value of kumpai grass (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees.) with arbuscular mycorrhizal fungi and organic fertilizer in red-yellow podzolic soil. Int. J. Agric. Sci. Res., 1(1):47-54. <https://doi.org/10.25077/ijasc.1.1.47-54.2015>
17. Khan, M.J., Hannan, A., Islam, S., Islam, N. (2008). Effects of different nitrogen sources on yield, chemical composition and nutritive value of Dal grass (*Hymenachne amplexicaulis*). The Bangladesh Veterinarian, 25(2):75-81. <https://doi.org/10.3329/bvet.v25i2.4621>
18. Muhakka, Agus R., Budianta, D., Yakup. (2020). Nutritional values of swamp grasses as feed for Pampangan Buffaloes in South Sumatra, Indonesia. Biodiversitas, 21(3):953-961. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210314>
19. Soliva, C.R., Amelchanka, S.L., Kreuzer, M. (2015). The requirements for rumen-degradable protein per unit of fermentable organic matter differ between fibrous feed sources. Front. Microbiol. 6:715. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00715>
20. Hernández, E. A., Juárez, F.I., Pell, A., Montero, M., Pinos, J.M., Blake, R. (2020). Degradación ruminal in vitro de las fracciones de carbohidratos contenidas en pastos tropicales fertilizados con nitrógeno. Rev. Mex. Cienc. Pec., 11(1):266-282. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4829>
21. CSIRO. (2007). Nutrient requirements of domesticated ruminants. CSIRO Publishing, 270p.
22. Suttle, N. (2010). Mineral Nutrition of Livestock, 4th Ed. CABI International UK. 579p.
23. Minson, D.J. (1990). Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego, 483p.
24. Niu, M., Harvatine, J. (2018). The effects of morning compared with evening feed delivery in lactating dairy cows during the summer. J. Dairy Sci., 101(1):396-400. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13635>
25. Somparn, P., Gibb, M.J., Markvichitr, K., Chaiyabutr, N., Thummabood, S., Vajrabukka, C. (2007). Effect of supplementary lighting on eating behaviour by corralled swamp buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers in Thailand. Songklanakarín J. Sci. Technol., 29(2):399-411. https://www.researchgate.net/publication/26469438_Effect_of_supplementary_lighting_on_eating_behaviour_by_corralled_swamp_buffalo_Bubalus_bubalis_heifers_in_Thailand
26. Rodrigues, M.B., Viegas, J., Velho, J.P., Burin, R., Ramos, C.R. (2000). Comportamento de bezerros holandeses pós desmame em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*) suplementados com milho ou polpa cítrica peletizada. In: XLI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... Viçosa – MG.
27. Rearte, D.H., Pieroni, A. (2001). Supplementation of temperate pastures. In: International Grassland Congress, 19. São Pedro. Proceeding... São Pedro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.679-689. <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4498&context=igc>

28. Paul, S.S. (2011). Nutrient requirements of buffaloes. *Ver. Bras. Zootec.*, 40(suplemento especial):93-97. <http://sbz.org.br/revista/artigos/66264.pdf>
29. Cardoso, A., Bevitori Kling de Moraes, E., Soares de Oliveira, A., Zervoudakis, J., Cabral, L., Lopes da Rosa, e Silva P., Socreppa, L. (2013). Substituição parcial do milho por fontes energéticas para bovinos de corte em pastejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 48(9):1295-1302. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000900014>
30. Lu, Z., Xu, Z., Shen, Z., Tian, Y., Shen, H. (2019). Dietary energy level promotes rumen microbial protein synthesis by improving the energy productivity of the ruminal microbiome. *Frontiers in Microbiology*, 10:847. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00847>
31. Cui, K., Qi, M., Wang, S., Diao, Q., Zhang, N. (2019). Dietary energy and protein levels influenced the growth performance, ruminal morphology and fermentation and microbial diversity of lambs. *Scientific Reports*, 9:16612. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53279-y>
32. Genter, O.M., Hansen, S.L. (2015). The effect of trace mineral source and concentration on ruminal digestion and mineral solubility. *J. Dairy Sci.*, 98(1):566-563. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8624>
33. Giacomel, A., Campos de Freitas, T., Barreto da Costa, A., Sbardelotto, E., Bergman, E., Debortoli, E. (2022). Suplementação mineral para bovinos de corte – uma revisão sistemática. *Res. Soc. Dev.*, 11(3):1-11. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26616>
34. Elkaschab, S., Omar, S., Ghoneim, E.M., Eldahshan, E. (2017). Using multiple behavioral criteria to assess buffaloes on-farm welfare. *J. Anim. Poult. Prod.*, 1(1):1-10. <https://dx.doi.org/10.21608/mjapfp.2017.175906>
35. Pessoa, R.A., Ramos de Carvalho, F.F., Neto, D.E., Rocha do Carmo, M., Melo, S.A., Neves W.M.L., Viera, G.H., Galvão, R. (2019). Ingestive behavior of buffaloes fed increasing levels of concentrate in sugarcane based diets. *Colloquium Agrariae*, 15(5):110-119. <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n5.a328>