



Investigación y Ciencia

ISSN: 1665-4412

ISSN: 2521-9758

revistaiyc@correo.uaa.mx

Universidad Autónoma de Aguascalientes

México

Romero-Marcán, Guillermo Sabu; Cárdenas- Ramírez, Liseth Josefina
Sustitución del malojo de maíz (*Zea mays* L.) por la bora (*Eichhornia crassipes*
(Mart) Solms) en bloques multinutricionales para bovinos en crecimiento
Investigación y Ciencia, vol. 29, núm. 81, 2020, pp. 5-14
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Aguascalientes, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67466172001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Sustitución del malojo de maíz (*Zea mays* L.) por la bora (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) en bloques multinutricionales para bovinos en crecimiento

Replacement of the corn malojo (*Zea mays* L.) for bora (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) in multinutritional blocks for growing steers

Guillermo Sabu Romero-Marcano*✉, Liseth Josefina Cárdenas-Ramírez*

Romero-Marcano, G. S., & Cárdenas-Ramírez, L. J. (2020). Sustitución del malojo de maíz (*Zea mays* L.) por la bora (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms) en bloques multinutricionales para bovinos en crecimiento. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 28(81), 5-14.

RESUMEN

Con el propósito de comparar la sustitución parcial o total del malojo de maíz por la bora en bloques multinutricionales (BMN) para bovinos en crecimiento se utilizaron nueve mautes y seis mautas, mestizos, distribuidos en grupos de cinco animales, para suministrar tres fórmulas experimentales: MM (0% bora); BORA-10 (10% bora) y BORA-20 (20% bora) bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 2. BORA-10 fue el de mayor consumo (0.575 ± 0.075 kg/animal/día), mientras que BORA-20, mostró restricción. En los animales la proporción de bora en los BMN (PDBBMN) no influyó sobre la variación de peso, pero sí el sexo del animal, con pérdidas más pronunciadas en machos; la interacción PDBBMN*Sexo del animal influyó sobre la variación del perímetro torácico (PT), el aumento del contenido de bora en el BMN redujo el PT. La bora no puede sustituir al malojo de maíz como ingrediente en la alimentación de bovinos en crecimiento.

Palabras clave: plantas acuáticas; fibra proteica; suplementación estratégica; rumiantes.

Keywords: aquatic plants; protein fiber; strategic supplementation; ruminant.

Recibido: 4 de septiembre de 2019, Aceptado: 27 de agosto de 2020

* Departamento de Nutrición Animal y Forrajes, Escuela de Zootecnia, Universidad de Oriente, Venezuela. Núcleo Monagas, Campus Los Guaritos, Av. Universidad, Ciudad de Maturín, Monagas, Venezuela. Correo electrónico: gsmarcano@udo.edu.ve; lcardenas@udo.edu.ve. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7324-4354>; <http://orcid.org/0000-0002-9925-2413>

✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

With the purpose of comparing partial or total replacement of corn malojo with bora in multinutritional blocks (MNB) for growing steers, nine males and six females, mixed, distributed in groups of five animals, were used for three treatments T1: MM (0% bora); T2: BORA-10 (10% bora) and T3: BORA-20 (20% bora) under a completely randomized design with 3x2 factorial arrangement. BORA-10 was the most consumed (0.575 ± 0.075 kg./animal/day), while BORA-20 showed restriction. In animals: The bora proportion in MNB (BPMNB) did not influence the change of weight, but the sex of the animal does, with losses more pronounced in males; the interaction BPMNB*Sex of animal influenced the change of the thoracic perimeter (TP), the increase of the content of bora in the MNB, reduced the TP. The bora cannot replace corn malojo, as an ingredient in the feeding of growing steers.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina contiene un principio de eficiencia que comparte con el resto de los rumiantes domésticos: la capacidad de producir a partir de los forrajes proteína de origen animal de alto valor biológico para la dieta humana (Gasque Gómez, 2008). Las gramíneas tropicales, además de baja calidad, presentan variación estacional en su oferta durante el año, con poca producción de biomasa en época seca, que limita la respuesta productiva del rebaño y obliga al productor a implementar mecanismos de suplementación (Arronis Díaz, 2003; Preston & Leng, 1989).

Los elevados costos en los alimentos concentrados demandan el uso de materias primas locales con características de accesibilidad, bajo costo de utilización y aporte significativo de nutrimentos al animal (Caravaca Rodríguez et al., 2003). Una estrategia de suplementación alimenticia sencilla es la elaboración de bloques multinutricionales (BMN); técnica de fácil manipulación, almacenamiento y suministro (Araujo-Febres, 2005b). La formulación base del BMN exige incorporar recursos forrajeros (convencionales y/o no convencionales), como ingredientes aportantes de fibra dietética y de soporte (Arraque & Cortes, 1998).

Entre los forrajes se incluyen los residuos de cosecha, especialmente de cultivos anuales, en donde el malojo o rastrojo de maíz es uno de los más utilizados y estudiados como alimento para el ganado (Arellano-Vicente et al., 2016; Castellanos Alva, 2015; Guevara Hernández et al., 2013; Sánchez Acosta, Ortega Cerrilla, Mendoza Martínez, Montañez Valdez, & Buntinx Dios, 2012). A pesar de ser una materia prima abundante y bastante accesible, posee bajos tenores de PC, con escasa digestibilidad, debido a sus altas concentraciones de carbohidratos estructurales (lignina) que pueden limitar la actividad microbiana en el rumen (Parsi et al., 2001).

La bora (*Eichhornia crassipes*) es una planta acuática flotante que habita comúnmente en cuerpos de agua en regiones de Venezuela, donde destacan los estados Anzoátegui, Apure, Bolívar, Delta Amacuro, Nueva Esparta y Guárico (Velásquez, 1994). La iniciativa de uso de esta planta se fundamenta en su abundante y extensa cobertura vegetal durante todo el año en cursos de agua, con rendimientos anuales de 4.20 t/ha de biomasa seca (Rodríguez, 1997). Es considerada una maleza debido a que suele dificultar el desarrollo de actividades fluviales. Su acelerada tasa de crecimiento produce eutrofización y sedimentación, lo que afecta la pesca, la agricultura y la salud (Lindsey & Hirt, 1999; Velásquez, 1994). Aunado a esto, la bora presenta características bromatológicas que pueden beneficiar el contenido nutritivo de la ración alimenticia, rica en minerales, sobre todo nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y en menor proporción magnesio (Mg), sodio (Na) y azufre (S) (Rodríguez, 1997).

Dichos atributos son respaldados por experiencias de aprovechamiento y uso de bora fresca en alimentación animal; sea en rumiantes (Malik, 2007; Thâm, 2012), no rumiantes (Domínguez, 1996; Febrero Toussaint, Romero Cruz, Ruiz Ortiz, & Gonzáles Salas, 2005) e, incluso, en animales silvestres (Yusti-Muñoz, 2012), también por la elaboración de harinas alimenticias (Párraga-Alava, Barre-Zambrano, Dueñas-Rivadeneira, Muñoz-Murillo, & Zambrano-Vélez, 2018) y su inclusión en BMN para vacas lecheras (Rodríguez Reyes, Marcano Cumana, & Salazar López, 2005).

La presente investigación tuvo por objetivo comparar la sustitución parcial o total de malojo de maíz por bora en bloques multinutricionales (BMN) para bovinos en crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en el periodo comprendido entre los meses de enero y noviembre de 2010, en tres etapas:

I. Determinación del contenido porcentual de materia seca en la bora

Se realizó en la finca La Milagrosa, parroquia La Pica, municipio Maturín, Monagas-Venezuela. Las plantas de bora se cosecharon directamente de su medio natural, en Laguna Grande, importante cuerpo de agua de dicha parroquia. Las mismas se ensacaron y pesaron en fresco (Materia verde) en un peso reloj CAZ con capacidad para 100 kg, las plantas se trocearon y secaron al sol en lonas plásticas por siete días (figura 1). Se pesó el material deshidratado (Materia seca), se ensacó y almacenó para su posterior procesamiento. Dicho pesaje se realizó en 10 ocasiones en las cosechas de bora. El contenido porcentual de materia seca por repetición se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{MS}}{\text{MV}} \times 100$$

MS= Materia seca

MV= Materia verde



Figura 1. Cosecha (izquierda) y secado al sol (derecha) de la bora.

Fotografías del equipo de investigación.

II. Elaboración de los bloques multinutricionales (BMN) y valoración nutritiva

La elaboración de los BMN se realizó en la Unidad de Ganadería Luís Pérez Guillén (UGLPG) adscrita a la Escuela de Zootecnia, Universidad de Oriente, Venezuela. De acuerdo con las materias primas disponibles y el tipo de animal a suplementar se establecieron las fórmulas de BMN, con tres proporciones de malojo de maíz y bora; la primera con 20% de malojo y 0% de bora (MM), otra con 10% de malojo y 10% de bora (BORA-10) y otra con 0% de malojo y 20% de bora (BORA-20) (tabla 1). Los BMN se elaboraron cada 15 días y permanecieron 5 días secándose bajo techo (figura 2).se elaboraron cada 15 días y permanecieron 5 días secándose bajo techo (figura 2).

Tabla 1

Composición porcentual de los bloques multinutricionales (BMN) empleados en la suplementación de bovinos en crecimiento, con malojo de maíz a 20% (MM), bora y malojo cada uno a 10% (BORA-10) y bora a 20% (BORA-20)

Ingredientes	MM	BORA-10	BORA-20
Melaza	35	35	35
Cemento	10	10	10
Sal y minerales	13	13	13
Bora molida	0	10	20
Malojo de maíz molido	20	10	0
Pulpa cítrica molida	7	7	7
Heno de pasto aguja molido	5	5	5
Urea	7	7	7
Cama de pollo	3	3	3
Total	100	100	100

Nota: Elaboración propia.



Figura 2. Bloques multinutricionales (BMN) elaborados. Fotografía del equipo de investigación.

La valoración nutritiva se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela de Zootecnia, Universidad de Oriente, Venezuela. Se colectaron muestras de los pastos suministrados, de la bora y el malojo de maíz utilizado en las fórmulas y de los bloques multinutricionales elaborados. Los análisis bromatológicos determinados fueron materia seca (MS), ceniza (Cnz), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y fibra cruda (FC) de acuerdo con normativas de la AOAC (2000); mientras que el extracto libre de nitrógeno (ELN) se calculó por diferencia mediante la fórmula $\% \text{ELN} = 100 - (\% \text{PC} + \% \text{FC} + \% \text{EE} + \% \text{Cnz})$.

El coeficiente de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) se determinó por el método de dos etapas de Tilley y Terry (1963) y los nutrientes digestibles totales (NDT), según la fórmula descrita por Torres, Arbaiza, Fernando y Lucas (2008):

$$\% \text{NDT} = \text{ED} / 0.04409$$

$$\text{ED} = \text{DMS} * \text{EB}$$

donde

DMS: Digestibilidad de la MS (sustituida por DIVMS) y
EB: Energía bruta 4.4 Mcal/kg.

III. Manejo de los animales y recolección de datos

Alojamiento y manejo alimenticio de los animales.

Se utilizaron nueve mautes y seis mautas, mestizos Cebú-Carora recién destetados con promedio de peso inicial de 183.66 ± 24.49 kg, distribuidos en grupos de cinco animales (tres mautes y dos mautas) de peso grupal homogéneo. Estos se alojaron en locales de estabulación de 37.44 m^2 ($7.80 \text{ m} \times 4.80 \text{ m}$). Se instalaron en cada corral bebederos plásticos y portabloques para colocar los BMN al momento de la suplementación y evitar pérdidas por pisoteo. Se utilizaron en total tres locales con cinco animales por local.

Los animales se mantuvieron bajo estabulación durante 109 días, de los cuales 25 fueron de acostumbramiento. Su alimentación estuvo basada en pasto repicado ofrecido en comedero y agua limpia ad libitum; se utilizaron las especies de pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum*) los primeros 28 días de alimentación, king grass morado (*Pennisetum purpureum*) los siguientes 14, ambos a razón de 42 kgMS/día por corral. Para los últimos 42 días se utilizó pangola (*Digitaria decumbens*) henificado, a razón de 50 kg de MS/día por corral; la ración de pasto se dividió en dos, con suministro a las 7:00 h y a las 16:00 h.

Los animales fueron suplementados únicamente con BMN, distinguidos en tres dietas suplementarias: MM con 0% de bora; BORA-10 con 10% de bora y BORA-20 con 20% de bora. A cada grupo se le ofreció diariamente un BMN de 3 kg, con estimación de consumo diario por animal de 0.600 kg.

Consumo del BMN. Los BMN se suministraron a las 9:00 h previamente pesados en un peso reloj marca La precisa con capacidad de 10 kg; los animales tuvieron acceso al BMN durante todo el día y el residuo se recogió y pesó al día siguiente a la misma hora. Para calcular se utilizó la fórmula:

$$\text{Consumo de BMN} = \text{BMN ofrecido} - \text{BMN rechazado a las 24 h}$$

Variación diaria de peso en los animales. Los animales se pesaron al inicio del ensayo en una romana mecánica marca Pesacoa, con capacidad de 2,500 kg; se realizaron pesajes cada 14 días, en horas de la mañana, sin ayuno previo en los animales.

Para calcular la variación diaria de peso (VDP) se relacionaron los pesos sucesivos de cada animal. La fórmula utilizada para calcular esta variable fue:

$$\text{VDP} = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{14 \text{ días}}$$

Variables zoométricas en los animales. La medición de las variables zoométricas en los animales se realizó al principio y al final del experimento, según metodología descrita por Gómez y Jiménez Rodríguez (2009) correspondiente a perímetro torácico (PT); longitud corporal (LC) y altura corporal (AC) (figura 3). La fórmula utilizada para calcular la variación fue Variación de la PT, LC y AC = Medida final – Medida inicial.



Figura 3. Medición de variables zoométricas (Perímetro torácico). Fotografía del equipo de investigación.

Diseño experimental y análisis estadístico. Debido a que el consumo de BMN no fue individualizado esta variable no contó con repeticiones por animal; para representarla se calculó promedio y desviación estándar en cada grupo experimental al dividir el consumo total por día obtenido por corral entre la cantidad de ejemplares alojados en cada uno.

Para el resto de las variables el experimento se condujo bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 2, considerando factor A Fórmula de BMN, con tres niveles: MM; BORA-10 y BORA-20, y factor B Sexo del animal, con dos niveles: mautes y mautas; el número de repeticiones fue distinto por sexo, tres en mautes y dos en mautas (Montgomery, 2004), con el esquema [3 x 3 + 3 x 2] para un total de 15 unidades experimentales. Debido a que la evaluación de crecimiento fue realizada en cada animal de modo independiente, cada uno representó la unidad experimental. La VDP fue evaluada en seis periodos de observación cada 14 días, mientras que las variables zoométricas (perímetro torácico, longitud corporal y altura corporal) fueron medidas absolutas (inicio-final).

Los datos obtenidos en consumo de BMN se analizaron por estadística descriptiva. Los datos de VDP fueron transformados a función exponencial (inversa del Ln) para corregir homogeneidad y normalidad de varianzas, además de examinados, al igual que las variables zoométricas, por análisis de varianza con estructura factorial. Los efectos simples significativos fueron ponderados por prueba de Tukey y los efectos de interacción por desglosamiento. Todos los procedimientos se realizaron en el programa estadístico SPSS versión 22 con criterio de significancia a 5%.

RESULTADOS

Materia seca en la bora; valor nutritivo de la dieta base, la bora, el malojo de maíz y los BMN utilizados

El contenido porcentual de materia seca en la bora cosechada fue $7.58 \pm 0.69\%$. En la tabla 2 se presenta el valor nutritivo de las distintas dietas base utilizadas en el experimento. Se encontró similitud en el contenido mineral de los pastos, mientras que el gradiente proteico fue en descenso progresivo (de 7.39 a 3.61%) y el contenido de fibra fluctuó entre 36.54 y 44.58%. Los coeficientes de DIVMS fueron muy bajos en todas las dietas (<40%), resalta negativamente el king grass morado con digestibilidad por debajo de 21%.

Tabla 2

Valor nutritivo de la dieta base, la bora, el malojo de maíz y los BMN utilizados durante el experimento (en base seca)

Tipo de alimento	Promedios en base seca (%)					(%) DIVMS	(%) NDT
	CNZ	PC	EE	FC	ELN		
Maralfalfa	7.51	7.39	2.69	36.53	45.88	37.17	37.09
King grass morado	7.42	5.36	1.20	44.58	41.44	20.19	20.15
Pongola	7.89	3.61	1.46	37.79	49.24	31.19	31.13
Bora	19.38	10.00	1.38	25.91	43.32	41.82	41.73
Malojo de maíz	8.81	7.37	1.20	39.31	43.31	38.07	37.99
MM (0% bora)	34.23	21.41	0.93	10.58	32.86	65.72	65.58
BORA-10 (10% bora)	31.91	24.81	0.73	9.36	33.19	76.49	76.33
BORA-20 (20% bora)	35.31	25.81	0.79	9.01	29.08	75.91	75.75

Nota: Elaboración propia.

Consumo de BMN

El BMN BORA-10 (con 10% de bora) fue el más consumido por los animales durante el ensayo con promedio general de 0.575 ± 0.075 kg/animal/día, seguido del BMN MM (con 0% de bora) con 0.404 ± 0.132 kg/animal/día, mientras que el BMN BORA-20 (con 20% de bora) fue el menos comido, con promedio de 0.293 ± 0.126 kg/animal/día. Se observó efecto de restricción del consumo del suplemento con la incorporación de 20% de bora en el BMN.

Variación diaria de peso en los animales

En la tabla 3 se observa la inexistencia de efecto significativo sobre la VDP de los animales, de las proporciones de bora utilizadas en el BMN (PDBBMN) y la interacción PDBBMN*sexo del animal, en los seis periodos experimentales; se obtuvo efecto significativo del sexo del animal únicamente en el tercer periodo (42 días). El promedio de VDP en este periodo fue negativo para ambos sexos, con pérdida de peso más pronunciada en los mautes (-0.353 kg/animal/día), en comparación a las mautas (-0.07 kg/animal/día).

Tabla 3

Resumen del ANAVA para la VDP (kg) de los animales (función exponencial) en cada periodo experimental

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios por periodo de observación (días)					
		14	28	42	56	70	84
Proporción de bora en el BMN (PDBBMN)	2	0.49 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.46 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Sexo	1	0.04 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.20**	0.02 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.02 ^{ns}
PDBBMN*Sexo	2	0.07 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.06 ^{ns}
Error	9	0.13	0.12	0.01	0.04	0.15	0.12
CV(%)		27.40	27.54	14.42	17.26	23.78	27.03

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4

Resumen del análisis de varianza para las variables zoométricas, perímetro torácico (PT), longitud corporal (LC) y altura corporal (AC) en bovinos en crecimiento, con desglosamiento de la interacción significativa

Fuente de variación	Gl	Cuadrados medios		
		PT	LC	AC
PDBBMN	2	14.08 ^{ns}	8.54 ^{ns}	3.71 ^{ns}
Sexo	1	10.08 ^{ns}	38.76 ^{ns}	3.76 ^{ns}
PDBBMN*Sexo	2	18.58 [*]	0.54 ^{ns}	0.16 ^{ns}
PDBBMN/Sexo	2	19.17[*]	---	---
PDBBMN/Mautes	1	32.17^{**}	---	---
PDBBMN/Mautas	1	6.18 ^{ns}	---	---
Error	9	3.25	17.39	2.85
CV(%)		86.53	35.67	78.99

Nota: Elaboración propia.

Variables zoométricas en los animales

El análisis estadístico de las variables zoométricas solo detectó efecto significativo sobre la variación absoluta del PT de los animales, para la interacción entre los factores, proporción de bora en el BMN y sexo del animal, con efecto realmente significativo únicamente en la variación del PT de los mautes (tabla 4). Todas las variables zoométricas cuantificadas reportaron coeficientes de variación muy elevados (>30%). En la figura 4 se observa que a medida que aumentó la proporción de bora en el BMN disminuyó progresivamente el PT en los mautes, no así en las mautas.

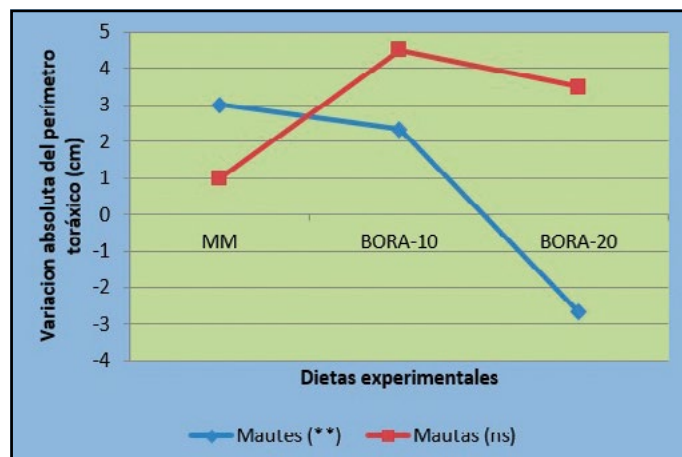


Figura 4. Variación absoluta del Perímetro torácico con respecto a la proporción de bora en el BMN y al sexo del animal. Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Materia seca en la bora; valor nutritivo de la dieta base, la bora, el malajo de maíz y los BMN utilizados

El porcentaje de MS obtenido en la bora durante el estudio concuerda con lo señalado por Chará (1994), quien indica que las plantas acuáticas exhiben alto contenido de humedad y su materia seca varía entre 5% y 15%. Febrero Toussaint et al. (2005) y Konyeme, Sogbesan y Ugwumba (2006) reportan contenidos de materia seca en la bora superiores a los obtenidos en el presente trabajo (7.80% y 10.50%, respectivamente).

Se observó deficiencia en la dieta base ofrecida debido a la oferta forrajera disponible en la finca, ya que los *Pennisetum* son pastos con avanzado estado de maduración al momento de la cosecha, con vástagos de más de 2 m y baja proporción hoja-tallo. El heno de pangola correspondió a un material con más de 3 meses en almacén. Los pastos frescos o conservados tienden naturalmente a perder calidad nutritiva al disminuir en proteína y carbohidratos solubles con el avance del tiempo, mientras aumenta la porción de fibra no digerible (Callejo-Ramos & Díaz-Barcos, 2004).

Como se observa en la tabla 2, la fracción proteica en el BMN se incrementó al aumentar

la proporción de bora en la fórmula debido a la superioridad en el contenido de PC de la bora con respecto al del malojo de maíz sustituido en las fórmulas. Los valores obtenidos para esta fracción nutritiva son inferiores al presentado por Rodríguez Reyes et al. (2005) (26.74%), quienes formularon un BMN con 23% de bora y 8% urea. El BMN BORA-10 fue el de mayor digestibilidad con 76.49%, seguido por el BORA-20 con 75.91% y el MM con 65.72%; esto puede atribuirse a la diferencia de más de 10% en el contenido de FC existente entre el malojo de maíz y la bora, que hace menos digerible los BMN que contengan mayores niveles de malojo.

Consumo de BMN

La restricción del consumo puede atribuirse a la diversidad de minerales que contiene la bora, absorbidos en su hábitat natural, los cuales pudieron presentar niveles elevados de uno o más elementos (Na, Cl, Ca, Mg, K, I, entre otros) y limitar el consumo del BMN (Araujo-Febres, 2005a). Los valores de consumo de BMN en literatura son muy variables, pero siempre inferiores a los reportados en este estudio (Herrera et al., 2001; Villagra, Botero, & Quiroga, 2006). La superioridad en consumo es atribuible a la baja resistencia de los BMN elaborados, que se distinguen en la categoría de bloques blandos (Becerra Martínez & Hinestroza, 1990).

Variación diaria de peso en los animales

Las pérdidas de peso observadas pueden asociarse a la calidad de la dieta base utilizada; la pobre condición de los pastos, probablemente el ritmo de adaptación de los animales a las dietas, con efecto limitativo en el crecimiento animal (Thornton & Minson, 1973). El macho presenta requerimientos nutricionales más altos que la hembra, por tanto bajo déficit nutricional o alimenticio puede verse más afectado y deprimido su crecimiento (Pálsson, 1959).

Se registraron bajos promedios generales de VDP (< 0.2 kg), atribuible principalmente al déficit nutricional observado; al analizar la dieta total (pasto + suplemento) el aporte promedio fue de 0.517 kg de PC/día y 9.85 Mcal de EM/día por animal (Mcal EM = kg NDT x 3.56 Mcal/kg NDT); donde los valores teóricos requeridos por los bovinos según Combellas Lares (1999), para ganancia son de 0.400 kg/día, 0.579 kg de PC y 9.98 Mcal de EM; lo que demuestra un déficit

nutritivo en el experimento de 0.062 kg de PC/día y 0.13 Mcal de EM/día.

Variables zoométricas en los animales

Obtener variación significativa del PT únicamente en los mautes (machos) puede estar asociado a la ventaja competitiva que presenta el macho estabulado al momento de acceder al comedero, con jerarquía dominante sobre la hembra (Del Mar-Rayess & Callejo-Ramos, 2005); esto supone una mayor participación en el consumo de BMN por parte de los mautes en el corral de estabulación, mientras las hembras pudieron quedar subordinadas a consumir mayormente forraje (González et al., 2009).

Ese comportamiento, y el efecto de restricción del consumo observado en los BMN BORA-20 permiten sustentar la presencia de algún factor negativo en la bora molida, que al ser detectado por los animales (machos) indujo el rechazo parcial del suplemento y directa o indirectamente provocó depresión del desarrollo. Las variables zoométricas son muy irregulares durante las diferentes fases de crecimiento del animal (Álvarez Díaz, 2008). Jaramillo y Jaramillo (1994) señalan que el animal presenta tres ondas de crecimiento corporal, donde la descendente (perímetro torácico) queda condicionada al tipo de alimentación que reciba el animal.

CONCLUSIONES

La bora presenta mejor balance nutricional que el malojo de maíz, pero su contenido de MS es muy bajo. En los animales, la inclusión de bora en el bloque multinutricional influye negativamente sobre el crecimiento corporal. La bora no puede sustituir al malojo de maíz como ingrediente en la alimentación de bovinos en crecimiento.

Dedicatoria especial

A la profesora Petra del Carmen Marcano López. Ser humano extraordinario, ejemplo de constancia, trabajo y alegría por la vida; gracias infinitas por ser tan excelente e inolvidable madre.

REFERENCIAS

- Álvarez Díaz, A. (2008). *Fisiología del crecimiento* [Documento en pdf]. Recuperado de <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/veterinaria/fc.pdf>
- Araujo-Febres, O. (2005a). Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. IX Seminario de Pastos y Forrajes. Recuperado de http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Consumo_a_pastoreo_II.pdf
- _____ (2005b). Los bloques multinutricionales: Una estrategia para la época seca. En C. González y E. Soto (Eds.), *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Maracaibo, Venezuela: Astra data. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/45-multinutricionales.pdf
- Arellano-Vicente, I., Pinto-Ruiz, R., Guevara-Hernández, F., Reyes-Muro, L., Hernández-Sánchez, D., & Ley-De Coss, A. (2016). Caracterización del uso directo del rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) por bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5), 1117-1129.
- Arraque, C., & Cortes, R. (1998). *Bloques multinutricionales en la alimentación bovina. Elaboración y utilización* (Serie D N° 36, 16 pp.). Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/25748858/Bloques-Multinutricionales#download>
- Arronis Díaz, V. (2003). *Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: Estabulación, semi estabulación y suplementación estratégica en pastoreo*. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de https://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/estabulacion.pdf
- Association of Official Analytical Chemist. (2000). *Official Methods of Analysis Vol II* (17th ed., pp. 777-778). Washington, D. C., US: AOAC.
- Becerra Martínez, J., & Hinestroza, A. D. (1990). Observaciones sobre la elaboración y consumo de bloques de urea/melaza. *Livestock Research for Rural Development*, 2(2). Recuperado de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/lrrd/lrrd2/2/becerra.htm>
- Callejo-Ramos, A., & Díaz-Barcos, A. (2004). Almacenamiento y suministro de heno. *Bovis*, 120, 65-76. Recuperado de http://oa.upm.es/34732/1/INVE_MEM_2004_186669.pdf
- Caravaca Rodríguez, F. P., Castel Genís, J. M., Guzmán Guerrero, J. L., Delgado Pertíñez, M., Mena Guerrero, Y., Alcalde Aldea, M. J., & González Redondo, P. (2003). *Bases de la producción animal*. España: Universidad de Sevilla y Universidad de Córdoba.
- Castellanos Alva, S. M. (2015). *Amonificación de la panca de maíz (Zea mays L.) con tres niveles de urea para mejorar su digestibilidad* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Chará, J. (1994). La acuicultura: Una alternativa para descontaminar y producir. En *Memorias del II Seminario Internacional: Desarrollo Sostenible y Sistemas Agrarios* (pp. 165-178). Cali, Colombia: MDSSA-CIPAV.
- Combella Lares, J. (1999). Alimentación de la vaca de doble propósito y de sus crías. *Zootecnia Tropical*, 17(2), 277-278.
- Del Mar-Rayess, M., & Callejo-Ramos, A. (2005). *Comederos* (16 pp.). Recuperado de http://oa.upm.es/34356/1/INVE_MEM_2005_186664.pdf
- Domínguez, P. L. (1996). Algunos aspectos del valor nutritivo del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes* Mart.) en cerdo. *AGRIS*, 3(3), 1-53. Recuperado de http://agris.fao.org/agris-search/search.do?sessionId=5702A2E7A7E9FE44F747FFABAB1F8E7B?request_locale=es&recordID=CU2003A00614&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=&enableField=
- Febrero Toussaint, I., Romero Cruz, O., Ruiz Ortiz, L., & Gonzáles Salas, R. (2005). Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) una alternativa para la alimentación de cerdos en ceba. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(5), 1-10.
- Gasque Gómez, R. (2008). Alimentación de bovinos. En *Enciclopedia Bovina* (pp. 7-28). México, D. F.: UNAM. Recuperado de http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/1AlimentaciondeBovinos.pdf
- Gómez, G., & Jiménez Rodríguez, A. (2009). *El biotipo funcional Brahman* [Monografía]. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/25-biotipo_Brahman.pdf
- González, L. A., Ferret, A., Manteca, X., Ruiz de la Torre, J. L., Calsamiglia, S., Devant, M., & Bach, A. (2009). *Efecto del número de terneros por cada espacio de comedero* [Documento en pdf]. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/84-comederos.pdf
- Guevara Hernández, F., Camacho Villa, T. C., Gómez Castro, H., Ocaña Grajales, M. J., Ovando Cruz, J., Rodríguez Larramendi, L., ... Hernández Rodríguez, M. (2013). Implicaciones socioeconómicas y energéticas del uso y manejo de rastrojo en la región Frailesca, Chiapas. En L.

- Reyes Muro, T. C. Camacho Villa, & F. Guevara Hernández (Eds.), *Rastrojos: Manejo, uso y mercado en el Centro y Sur de México*. México: INIFAP.
- Herrera, P., Barazarte, R., Birbe, B., Colmenares, O., Hernández, M., & Martínez, N. (2001). Bloques multinutricionales con urea fosfato 3. Prueba de aceptabilidad en becerros. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología, Esp.*, 18-22.
 - Jaramillo, D., & Jaramillo, F. (1994). Musculatura y grasa en ganado de carne. *El Cebú*, 275, 52-62.
 - Konyeme, J. E., Sogbesan, O., & Ugwumba, A. (2006). Nutritive value and utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) meal as plant protein supplement in the diet of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Pisces: Clariidae) fingerlings. *African Scientist*, 7(3), 127-133.
 - Lindsey, K., & Hirt, H. M. (1999). *Use of water hyacinth. A practical handbook of uses for the water hyacinth from across the world*. Deutschland: Anamed.
 - Malik, A. (2007). Environmental challenge vis a vis opportunity: The case of water hyacinth. *Environment International*, 33(1), 122-138.
 - Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. México: Limusa Wiley.
 - Pálsson, H. (1959). Conformación y composición del cuerpo. En J. Hammond (Ed.), *Avances en Fisiología Zootécnica*. Zaragoza, España: Acribia.
 - Párraga-Alava, C., Barre-Zambrano, R., Dueñas-Rivadeneira, A., Muñoz-Murillo, J., & Zambrano-Vélez, M. (2018). Elaboración de harina a partir de *Eichhornia crassipes* utilizando diferentes métodos de deshidratación. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 2(7), 3-6. doi: 10.29018/issn.2588-1000vol2iss7.2018pp3-6
 - Parsi, J., Godio, L., Miazzi, R., Maffioli, R., Echevarría, A., & Provenzal, P. (2001). Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf
 - Preston, T. R., & Leng, R. A. (1989). *Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico*. Cali, Colombia: Condrit.
 - Rodríguez, J. C. (1997). Valor nutritivo de la bora *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms en relación a su utilización como forraje. *Zootecnia Tropical*, 15(1), 51-65.
 - Rodríguez Reyes, J. C., Marciano Cumana, A. E., & Salazar López, J. C. (2005). Efecto de la suplementación con bloques multinutricionales a base de *Eichhornia crassipes* sobre la producción de leche de vacas cebu x criollo. *PASTOS. Revista de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 35(2): 179-189.
 - Sánchez Acosta, E., Ortega Cerrilla, M. E., Mendoza Martínez, G. D., Montañez Valdez, O. D., & Buntinx Dios, S. E. (2012). Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. *Interciencia*, 3(5), 395-399.
 - Thâm, H. T. (2012). Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*)–Biomass production, ensilability and feeding value to growing cattle. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae*, 2012(90).
 - Thornton, R. F., & Minson, D. J. (1973). The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 24, 889-898.
 - Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *The Journal of British Grassland Society*, 18(2), 104-111.
 - Torres, G., Arbaiza, T., Fernando, A., & Lucas, O. (2008). Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(1), 5-9.
 - Velásquez, J. (1994). *Plantas acuáticas vasculares de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
 - Villagra, C., Botero, R., & Quiroga, V. (2006). Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la composición nutritiva y el consumo de los bloques multinutricionales (BMN). *Tierra Tropical*, 2(2), 99-106.
 - Yusti-Muñoz, A. P. (2012). *Uso del buchón de agua (Eichhornia crassipes) por la comunidad aviar de dos humedales del valle geográfico del Río Cauca, Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad del Valle, Colombia.