

Fecha de recibido: 03-09-2025
Fecha de aceptado: 26-02-2026
DOI: 10.22490/21456453.10351

DESEMPEÑO PRODUCTIVO, SANITARIO Y VIABILIDAD ECONÓMICA DE OVINOS CRIOLLOS SUPLEMENTADOS CON BLOQUES MULTINUTRICIONALES A BASE DE HARINA DE HOJA DE YUCA Y AFRECHO DE YUCA

PRODUCTIVE PERFORMANCE, HEALTH AND ECONOMIC VIABILITY OF CREOLE SHEEP SUPPLEMENTED WITH MULTINUTRITIONAL BLOCKS BASED ON CASSAVA LEAF MEAL AND CASSAVA BRAN

Emiro Andrés Suárez-Paternina¹
Yacerney Paternina-Paternina²
Lorena Aguayo-Ulloa³
Lorena Mestra-Vargas⁴
José Edwin Mojica-Rodríguez⁵
Adriana Patricia Tofiño-Rivera⁶

Citación: Suárez-Paternina, E., Paternina-Paternina, Y., Aguayo-Ulloa, L., Mestra-Vargas, L., Mojica-Rodríguez, J. y Tofiño-Rivera, A. (2026). Desempeño productivo, sanitario y viabilidad económica de ovinos criollos suplementados con bloques multinutricionales a base de harina de hoja de yuca y afrecho de yuca. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 17(2), 203-228. <https://doi.org/10.22490/21456453.10351>

¹ Magíster en Ciencias Veterinarias del Trópico. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, sede El Carmen de Bolívar, Colombia. esuarez@agrosavia.co

² Magíster en Ciencia Animal. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, sede El Carmen de Bolívar, Colombia. ypaternina@agrosavia.co

³ Doctora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Cereté, Colombia. laguayo@agrosavia.co

⁴ Doctora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Cereté, Colombia. lmestra@agrosavia.co

⁵ Doctor. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Agustín Codazzi, Colombia. jmojica@agrosavia.co

⁶ Doctora. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Agrosavia, Agustín Codazzi, Colombia. atofino@agrosavia.co

RESUMEN

Contextualización: En la región Caribe colombiana, las sequías afectan la disponibilidad y calidad del pasto, reduciendo la productividad de los sistemas ovinos. Ante este escenario, se requieren estrategias alimenticias sostenibles que minimicen el impacto de la estacionalidad. Una alternativa eficiente es el uso de bloques multivitaminales (BMN), elaborados con subproductos agrícolas como hoja y afrecho de yuca, que pueden aportar nutrientes esenciales para la producción animal.

Vacío de conocimiento: Aunque en la región existe un creciente interés en aprovechar subproductos del cultivo de yuca para la alimentación animal, persiste un vacío de conocimiento sobre su efecto en parámetros productivos, de salud y calidad de canal de ovinos criollos. La información actual es limitada y se enfoca principalmente en la respuesta animal, dificultando la formulación de recomendaciones técnicas para su inclusión en BMN como estrategia nutricional en épocas críticas.

Objetivo: Evaluar el desempeño productivo, sanitario y la viabilidad económica de ovinos criollos suplementados con BMN a base de harina de hoja y afrecho de yuca.

Metodología: El estudio se desarrolló en el Centro de Investigación Turipaná, Sede El Carmen de Bolívar (Agrosavia). Se utilizaron 21 ovinos criollos enteros de 90 días de edad y $16,1 \pm 4,1$ kg de peso, distribui-

dos en tres tratamientos: T1 = solo pastoreo; T2 = pastoreo + BMN con 15 % de afrecho y 20 % de harina de hoja de yuca (BMNF1); T3 = pastoreo + BMN con 20 % de afrecho y 30 % de harina de hoja de yuca (BMNF2). Se caracterizó la composición nutricional de las materias primas, pasturas y BMN. Se evaluó la disponibilidad de forraje y el estatus sanitario mediante Famacha[®], recuento de huevos por gramo (HPG) de heces y hematocrito. El consumo de materia seca se estimó utilizando óxido de cromo como marcador externo y la fibra detergente ácida indigerible (FDAi) como marcador interno. El desempeño animal se determinó a partir de la ganancia diaria de peso y la condición corporal. La calidad de la canal se evaluó mediante la determinación del peso de la canal caliente (PCC), peso de la canal fría (PCF) y el rendimiento en canal caliente y frío (RCC; RCF). Adicionalmente, se midió el pH a las 24 horas *post mortem* (pH24) y la composición tisular de la espalda tras disección. Finalmente, se realizó un análisis económico. La información se analizó mediante ANOVA bajo un diseño completamente al azar. Cuando se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), las medias se compararon mediante la prueba de Tukey.

Resultados y conclusiones: El consumo de BMN se mantuvo similar entre los animales ($p > 0,05$), con un promedio de $128,5 \text{ kg} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$. Los ovinos suplementados con BMN registraron un mayor consumo

de materia seca total (CMST), alcanzando 1,127 y 0,895 kg·animal⁻¹·día⁻¹ para los animales que recibieron BMNF1 (20HY–15AY) y BMNF2 (30HY–20AY), respectivamente. De igual forma, se evidenció un incremento ($p < 0,05$) en la ingestión de proteína cruda (0,160 y 0,130 kg·animal⁻¹·día⁻¹) siendo mayor en los animales suplementados con BMN en comparación con el grupo control (0,070 kg·animal⁻¹·día⁻¹). Los animales suplementados mostraron también las mayores ganancias de peso ($p < 0,05$) con 8,21 y 8,09 kg para BMNF1 (20HY–15AY) y BMNF2 (30HY–20AY), frente a 5,98 kg en el control. No se encontraron diferencias sig-

nificativas en la calidad de la canal ni en la composición tisular. La suplementación con BMN generó mayores ingresos netos (5,12 y 5,40 \$USD) en comparación con el control (2,18 \$USD). En conjunto, la formulación BMNF2 (30HY–20AY) ofrece un balance más eficiente entre productividad y rentabilidad, convirtiéndose en la alternativa más recomendable para los productores de ovinos bajo condiciones tropicales.

Palabras clave: subproductos agroindustriales, suplementación, consumo de forraje, ganancia de peso, sostenibilidad alimentaria.

ABSTRACT

Context: In the Colombian Caribbean region, droughts affect the availability and quality of pasture, reducing the productivity of sheep production systems. Given this scenario, sustainable food strategies that minimize the impact of seasonality are required. An efficient alternative is the use of multi-nutritional blocks (BMN), made from agricultural by-products such as cassava leaves and cassava bran, which can provide essential nutrients for animal production.

Knowledge gap: although there is a growing interest in the region in using cassava crop by-products for animal feed, there is still a knowledge gap related to their effect on production parameters, health and carcass quality of creole sheep. Current information is limited and focuses mainly on animal response, making it difficult to formulate technical recommendations for its inclusion in BMN as a nutritional strategy in critical periods.

Objective: to evaluate the productive performance, health and economic viability of creole sheep supplemented with BMN based on cassava leaf meal and cassava bran.

Methodology: the study was carried out at the Turipaná Research Center - El Carmen de Bolívar (AGROSAVIA) site, and it used twenty-one whole creole sheep, 90 days old and weighing 16.1 ± 4.1 kg, distributed in three treatments: T1 = grazing only; T2 = grazing + BMN with 15% bran and 20%

cassava leaf meal (BMNF1); T3 = grazing + BMN with 20% bran and 30% cassava leaf meal (BMNF2). The nutritional composition of the raw materials, pastures and BMN was characterized. Forage availability and health status were evaluated using Famacha®, egg count per gram of feces (e.g., h.p.g.) and hematocrit. Dry matter intake was estimated using chromium oxide as an external marker and acid detergent indigestible fiber (ADFi) as an internal marker. Animal performance was determined from daily weight gain and body condition. Carcass quality was evaluated by determining hot carcass weight (PCC), cold carcass weight (PCF) and hot and cold carcass yield (RCC; RCF). Researchers also measured pH at 24 hours postmortem (pH24) and determined the tissue composition of the back after dissection. Finally, an economic analysis was performed. The information was analyzed by ANOVA under a completely randomized design. When significant differences were detected ($p < 0.05$), means were compared by Tukey's test.

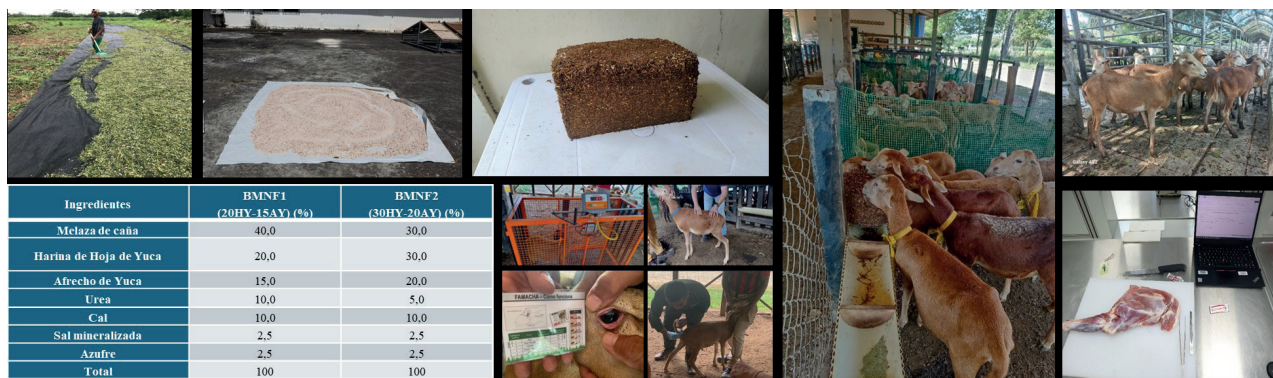
Results and conclusions: BMN consumption remained similar among animals ($p > 0.05$), with an average of $128.5 \text{ kg} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$. Sheep supplemented with BMN recorded higher total dry matter intake (CMST), reaching 1,127 and $0.895 \text{ kg} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ for animals receiving BMNF1 (20HY–15AY) and BMNF2 (30HY–20AY), respectively. Similarly, there was an

observed increase ($p < 0.05$) in crude protein intake ($0,160$ and $0,130 \text{ kg} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$), higher in animals supplemented with BMN compared to the control group ($0,070 \text{ kg} \cdot \text{animal}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$). The supplemented animals also showed the highest weight gains ($p < 0.05$) with $8,21$ and $8,09 \text{ kg}$ for BMNF1 (20HY-15AY) and BMNF2 (30HY-20AY), compared to $5,98 \text{ kg}$ in the control. No significant differences were found in carcass quality or tissue composition. BMN supplementation

generated higher net income (US\$5,12 and US\$5,40) compared to the control (US\$2,18). Overall, the BMNF2 (30HY-20AY) formulation offers a more efficient balance between productivity and profitability, making it the most recommended alternative for sheep producers under tropical conditions.

Keywords: agro-industrial by-products, supplementation, forage consumption, weight gain, feed sustainability

RESUMEN GRÁFICO



Fuente: autores.

1 INTRODUCCIÓN

Las gramíneas son la principal fuente de alimentación para los ovinos en la región Caribe colombiana, debido a su bajo costo de producción (Suárez Paternina et al., 2025). Sin embargo, la productividad animal se ve afectada como consecuencia de la estacionalidad climática, caracterizada por periodos de lluvias intensas seguidos de sequías prolongadas, lo que reduce los rendimientos y calidad del forraje, a su vez el desempeño animal (Mestra-Vargas et al., 2022; Suárez Paternina et al., 2025). Una alternativa alimenticia para suplir el déficit de nutrientes es la suplementación con bloques multinutricionales (BMN), los cuales proporcionan energía, proteína y minerales para favorecer la fermentación ruminal y la digestión de la materia orgánica ingerida (Suárez Paternina et al., 2022).

Los BMN se pueden elaborar con subproductos de cultivos transitorios o de su pro-

cesamiento industrial, como también harinas del follaje de leguminosas arbustivas o de árboles (Suárez Paternina et al., 2022). Su efectividad depende de la selección de las materias primas nutricionalmente adecuadas y su disponibilidad en la región. Entre estos subproductos, el afrecho de yuca como resultado de la extracción de almidón de yuca puede emplearse en la alimentación de rumiantes; sin embargo el alto contenido de humedad y volúmenes de generación representan desafíos ambientales y económicos para la industria (costos de manejo, almacenamiento y transporte), por lo que es necesario implementar herramientas de innovación que ayuden a identificar tecnologías que permitan el aprovechamiento de este residuo, y con ello atenuar el impacto ambiental y reducir los gastos económicos.

En la región Caribe colombiana, el afrecho de yuca ha ganado relevancia como ingrediente en dieta de rumiantes debido a su bajo costo, contenido de fibra y energía. No obstante, el uso de este subproducto requiere de precaución, debido a la presencia de compuestos cianogénicos, potencialmente tóxicos en altas concentraciones. Por ello, es necesario optimizar su inclusión en dietas

para aprovechar su valor nutricional y contribuir a sistemas de producción sostenibles, reduciendo tanto el impacto ambiental como los costos asociados a su producción. En este sentido, el objetivo del estudio fue evaluar el desempeño productivo, sanitario y viabilidad económica de ovinos criollos suplementados con bloques multinutricionales a base de harina de hoja y afrecho de yuca.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación Turipaná, sede El Carmen de Bolívar, perteneciente a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia, ubicada en el km 1 en la vía que conduce a Zambrano, Bolívar, Colombia; localizada a 125 m s. n. m., con Latitud Norte 9°43'06.0" y Longitud Este 75°06'16.5, zona agroecológica clasificada como bosque seco tropical (BsT), caracterizada por presentar una intensidad promedio mensual de brillo solar 234,5 h, temperaturas de 27,4 °C, humedad relativa del 72 % y precipitación media anual de 1.099 mm.

Área experimental y manejo animal

Se empleó un área de 10.000 m² para el pastoreo de los ovinos, establecida principalmente en pasto Guinea (*Megathyrsus maximus* cv. Agrosavia Sabanera) (85 %) y un 15 % en Colosuana (*Bothiochloa pertusa*). El área se dividió en 6 potreros de 1.666 m²

con malla ovejera, con el fin de establecer un ciclo de pastoreo de 24 d (4 días de ocupación y 20 días de descanso). El sistema contó con agua permanente proporcionada por una red hidráulica con hidrantes surtidores. Los animales salían a pastoreo por la mañana (08:00h) y retornaban al aprisco por la tarde (16:00h), donde se separaban en tres tratamientos, para el suministro del BMN.

Animales experimentales

El ensayo tuvo una duración total de 137 días, incluyendo un periodo de adaptación de 10 días. El grupo experimental estuvo conformado por 21 corderos machos enteros provenientes de partos simples, con un peso promedio inicial de 16,1 ± 4,1 kg y aproximadamente 90 días de edad. Los animales se distribuyeron aleatoriamente entre los tratamientos, asignándose siete corderos por tratamiento y procurando mantener la homogeneidad en peso vivo y condición corporal. Los tratamientos evaluados fueron: T1: solo pastoreo (control); T2: pastoreo + BMN con inclusión de 20 % de harina de hoja de yuca

y 15 % de afrecho de yuca (BMNF1; 20HY–15AY); y T3: pastoreo + BMN con inclusión

de 30 % de harina de hoja de yuca y 20 % de afrecho de yuca (BMNF2; 30HY–20AY) (Tabla 1).

Tabla 1.

Formulación de BMN con la inclusión de harina y afrecho de yuca para la suplementación de ovinos

Materias primas	BMNF1	BMNF2
	(20HY-15AY) (%)	(30HY-20AY) (%)
Melaza de caña	40,0	30,0
Harina de hoja de yuca	20,0	30,0
Afrecho de yuca	15,0	20,0
Urea	10,0	5,0
Cal	10,0	10,0
Sal mineralizada	2,5	2,5
Azufre	2,5	2,5
Total	100	100

Fuente: autores.

Variables

Caracterización nutricional de materias primas, pastura y BMN

Se colectaron muestras de las materias primas (harina del forraje y afrecho de la yuca) para su caracterización nutricional. Por cada materia prima se tomaron tres muestras de 500 g, las cuales fueron secadas y molidas. El procesamiento de las muestras se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de Agrosavia, CI Turipaná, a través de análisis proximal, mientras que la calidad de la pastura se determinó a través de espectroscopía

de infrarrojo cercano (NIRS) (Ariza-Nieto et al., 2018). Asimismo, se tomaron muestras de la mezcla compuesta de los BMN para determinar su composición nutricional.

Disponibilidad de forraje

Los rendimientos de forrajes de las praderas fueron estimados a través del método de disponibilidad por frecuencia propuesto por Franco et al. (2006) en el lote próximo a pastorear.

Estimación del consumo de materia seca

El consumo de materia seca (CMS) se estimó mediante marcadores, empleando óxido de cromo (Cr_2O_3) como marcador externo para estimar la producción de heces y la fibra detergente ácida indigerible (FDAI) como marcador interno para determinar la digestibilidad de la materia seca (Ferreira et al., 2009). Para estimar la producción de heces, el óxido de cromo (Cr_2O_3) se dosificó diariamente en cápsulas de gelatina de 1 g durante un periodo de 15 días, a 21 ovinos. Las cápsulas fueron administradas por vía oral a las 07:00 y 16:00 h. Durante los últimos cinco días de dosificación se recolectaron heces directamente de la ampolla rectal dos veces al

día (08:00 y 16:00 h). Las muestras obtenidas de cada ovino se depositaron en recipientes de aluminio previamente identificados por animal y tratamiento, y se mantuvieron en refrigeración hasta completar el periodo de colecta. Posteriormente, las muestras se homogenizaron para conformar una muestra compuesta por animal, las cuales fueron secadas en una estufa de ventilación forzada a 60 °C durante 48 h y posteriormente molidas. La concentración de Cr en las heces se determinó mediante espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito. Finalmente, la estimación de la producción fecal (g MS d^{-1}) se obtuvo dividiendo la cantidad de marcador administrado entre la concentración del mismo marcador cuantificada en las heces en el laboratorio (Ec. 1).

Producción fecal = (Dosis del marcador mg/g / Concentración del marcador mg/g (Ec.1).

Para determinar la fibra detergente ácida indigerible (FDAi) se siguió la metodología descrita por Ferreira et al. (2009). En concordancia con este procedimiento, se pesaron 0,5 g de las muestras compuestas de pasto y heces de cada animal y 1 g del suplemento, las cuales se empacaron por triplicado en bolsas de nailon. Posteriormente, las bolsas se incubaron durante 144 h en el rumen de un bovino canulado. Al finalizar este periodo,

se retiraron, se lavaron con agua y se secaron a 60 °C durante 24 h. Los residuos obtenidos se sometieron a digestión en una solución de detergente ácido durante una hora y luego se lavaron con agua caliente y acetona. Tras el secado final, el residuo remanente se consideró como FDAi. Considerando los valores de FDAi se estimó la digestibilidad de la MS por medio de la ecuación (Ec.2) propuesta por Correa (2011).

DMS = $100 - 100 \times (\% \text{ de marcador en la MS del alimento}) \times (\text{tasa de recuperación del marcador en las heces}) / (\% \text{ del marcador en la MS de las heces})$ (Ec. 2).

Finalmente, el CMS se determinó relacionando la producción de heces y la digestibilidad con base en la ecuación 3 sugerida por

Ramírez et al. (2002). El consumo de BMN fue determinado mediante la oferta y sobrante diariamente.

Desempeño animal

Los animales se pesaron al inicio y cada 14 días hasta finalizar el ensayo, con báscula electrónica portátil. Los pesajes se realizaron de manera individual para obtener la ganancia de peso total (GDPT) y diaria de peso (GDP). Durante cada pesaje se evaluó el *score* corporal de los ovinos, utilizando una escala de 1 a 5, siguiendo la metodología propuesta por Felice (2011).

Valoración del estatus sanitario

Al inicio del estudio, los ovinos fueron desparasitados con Levamisol[®] HCL al 15 % (0,5 mg kg⁻¹) y posteriormente evaluados cada 14 días mediante la inspección de la mucosa conjuntival para determinar el grado de anemia, siguiendo la escala de coloración propuesta por el sistema Famacha[®] (Batch et al., 2001). Asimismo, se recolectaron muestras de heces para estimar la carga parasitaria mediante el recuento de HPG, utilizando la técnica de McMaster (Shapiro, 2010). De igual forma, se obtuvieron muestras de sangre por venopunción yugular para determinar el porcentaje de hematocrito mediante la técnica de microhematocrito.

Evaluación de la calidad de canal y composición tisular

Después de diecinueve horas de ayuno, los ovinos se insensibilizaron y se faenaron de acuerdo con los procedimientos operacionales de la planta de beneficio (Frigocer),

según la normatividad propuesta en el decreto 1500 del 2007 (Ministerio de Protección Social, 2007). En la línea de faena, se evaluó la conformación muscular y la cobertura de tejido adiposo, con base en la metodología sugerida por Aguayo-Ulloa et al. (2022). Las canales completas fueron pesadas en caliente (PCC) y luego de permanecer 24 horas en cámara de frío a temperaturas de 2-4 °C se pesaron nuevamente para determinar el peso de la canal fría (PCF). El pH de las canales se midió a las 24 h *post mortem* (pH24) con un pH-metro (HANNA HI99163) entre los músculos *semitendinosus* y *biceps femoris*, teniendo en cuenta el método propuesto por Carter y Gallo (2008). El rendimiento de la canal caliente y fría se estableció con base en la relación entre el PCC y PCF sobre el peso al beneficio (PCC x 100)/PB y (PCFx100) / PB). Las pérdidas por refrigeración se determinaron mediante la siguiente ecuación (PCC-PCF/PCC)*100.

Para determinar la composición tisular se separó la espalda izquierda de cada ovino, teniendo en cuenta la metodología propuesta por Colomer-Rocher et al. (1988), abarcando la región escapular, braquial y ante-braquial. Cada espalda se etiquetó con una identificación única, se envolvió en *film* alimentario y se congeló y almacenó a -20 °C hasta su disección. Tras la descongelación, se registró el peso total de la espalda. Se disecaron y pesaron por separado los componentes tisulares: músculo, grasa, hueso y otros tejidos (ganglios, tejido conectivo). La relación de cada componente se estableció con base en el peso total de la espalda.

Análisis económico

Para establecer la rentabilidad económica del uso de los BMN se tuvieron en cuenta los costos directos, los cuales estuvieron relacionados con la compra de las materias primas, elaboración y suplementación con BMN. En cambio, los ingresos fueron establecidos por la venta en pie de los animales. A partir de los costos directos e ingresos, se establecieron indicadores económicos, siguiendo la metodología de Agreda (1990), tales como: utilidad neta, rentabilidad, punto de equilibrio y el costo unitario de producción.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar para evaluar el efecto de la suplementación con BMN sobre el desempeño productivo, sanitario y viabilidad económica de ovinos criollos suplementados con bloques multinutricionales a base de harina de hoja y afrecho de yuca. La información se procesó mediante el procedimiento GLM del *software* estadístico SAS Enterprise Guide, versión 8.3. La comparación de medias entre tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey, empleando un nivel de significancia del 5 %.

③ RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización nutricional

La tabla 2 presenta la caracterización nutricional de los subproductos del cultivo de yuca y de la pastura que se emplearon en la alimentación de los ovinos. En este sentido, el contenido de materia seca de la harina del forraje y afrecho de yuca fue de 93,13 % y 88,85 %, respectivamente. En cuanto al contenido de proteína cruda, se resalta el forraje de yuca, ya que presentó contenidos medios de PC del 19,46 %, mientras que el afrecho de yuca tuvo contenidos promedios de 1,43 %.

Desde el punto de vista estructural, la harina del forraje de yuca registró valores de FDN y FDA de 43,29 % y 33,53 %, respectivamente, mientras que el afrecho presentó niveles más bajos (23,17 % de FDN y 17,86 % de FDA). Estas diferencias son relevantes, dado que el contenido y la composición de

la fibra determinan la ingestión voluntaria y la eficiencia de fermentación en el rumen. Valores elevados de FDN pueden limitar el consumo cuando superan el 50 % de la dieta, mientras que una FDA inferior al 30 % suele asociarse con una mayor degradabilidad del alimento (Correa, 2011 y Suárez Paternina et al., 2025).

Con base en las características estructurales, el forraje de yuca presentó una digestibilidad moderada (62,78 %) y un aporte energético de 2,26 Mcal/kg MS, mientras que el afrecho mostró una digestibilidad superior (74,99 %) y un mayor aporte de energía metabolizable (2,70 Mcal/kg MS). Esto coincide con reportes previos que señalan que el procesamiento industrial de la yuca mejora la disponibilidad de nutrientes y favorece la fermentación de carbohidratos en el rumen, debido a la reducción del tamaño de partícula

y al mayor contenido de almidones fácilmente degradables (Sudarman et al., 2023;

Wanapat & Kang, 2015; Kongphitee et al., 2018 y Cabral et al., 2020).

Tabla 2.

Caracterización nutricional de subproductos del cultivo de yuca, BMN y pastura empleados en la alimentación de los ovinos

Materia prima	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIG (%)	EM (Mcal.kg/MS)
Harina de hoja de yuca	93,13±0,33	19,46±0,33	43,29±0,91	33,53±0,28	62,78±0,22	2,26±0,01
Afrecho de yuca seco	88,85±0,07	1,43±0,11	23,17±0,71	17,86±0,20	74,99±0,15	2,70±0,01
Pasto	31,24±4,44	11,59±0,22	68,25±0,47	38,62±9,99	56,6±0,49	1,82±0,02
BMNF1 (20HY-15AY)	81,07±0,12	22,78±0,29	19,98±2,44	13,35±0,23	78,50±0,18	2,83±0,01
BMNF2 (30HY-20AY)	86,10±0,17	18,52±1,49	26,20±2,20	17,57±0,50	75,21±0,39	2,71±0,01

MS: materia seca. PC: proteína cruda. FDN: fibra detergente neutra. FDA: fibra detergente ácida. DIG: digestibilidad de la materia seca. EM: energía metabolizable.

Fuente: autores.

A partir de las características nutricionales de las materias primas, los BMN mostraron contenidos de materia seca de 81,07 % y 86,10 %, respectivamente, para BMNF1-20HY-15AY y BMNF2-30HY-20AY. El BMN con inclusión de un 20 % y 15 % de harina de hoja y afrecho de yuca (BMNF1-20HY-15AY) registró mayores niveles de PC (22,78 %), energía metabolizable (2,83 Mcal/kg MS) y digestibilidad (78,50 %). En contraste, el BMN que incluyó un 30 % y 20 % de harina de hoja y afrecho de yuca (BMNF2-30HY-20AY) mostró valores medios de 18,52 % de PC, 2,71 Mcal/kg MS y 75,21 % de digestibilidad (Tabla 2). Estas diferencias están directamente asociadas con

la proporción de hoja de yuca y afrecho incluidos en cada formulación, lo que evidencia que pequeñas modificaciones en la combinación de subproductos pueden influir en el aporte nutricional final. La pastura, por su parte, presentó valores de PC (11,59 %), energía (1,82 Mcal/kg MS) y digestibilidad (56,6 %), lo que indica su limitada capacidad para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales. En este contexto, los BMN actúan como un complemento estratégico para mejorar el ambiente fermentativo, estimular el consumo y compensar las deficiencias de la base forrajera, estableciendo así una relación directa entre la calidad del suplemento y la respuesta productiva esperada en los animales.

Disponibilidad de forraje, consumo de BMN y nutrientes

Durante el periodo de evaluación, la disponibilidad de forraje de las praderas de *Megathyrsus maximus* cv. Agrosavia sabanera fue en promedio 1.735 ± 627 kg MS/ha. Esta oferta forrajera fue suficiente para sostener la carga animal de 21 animales/ha durante todo el ciclo experimental, garantizando una base nutricional homogénea sobre la cual evaluar los efectos de la suplementación.

A pesar de utilizar diferentes niveles de urea en las formulaciones, el consumo de BMN se mantuvo similar entre los animales ($p > 0,05$), con un promedio de $0,128$ kg·animal⁻¹·día⁻¹ (Tabla 3). Estos resultados son comparables a los reportados por Maza et al. (2016) en ovinos criollos tipo Sudán y por Vázquez-Mendoza et al. (2012) en corderos Pelibuey × Dorper, quienes registraron consumos entre $0,060$ y $0,165$ kg·animal⁻¹·día⁻¹. En contraste con los valores reportados por Cordão et al. (2014), quienes observaron una disminución del consumo de BMN conforme aumentaron los niveles de urea en los BMN ($0,135$, $0,112$ y $0,080$ kg·animal⁻¹·día⁻¹ para inclusiones del 10 %, 15 % y 20 %), respectivamente. En el presente estudio no se evidenció este efecto. Las formulaciones utilizadas contuvieron 10 % y 5 % de urea en los tratamientos BMNF1 (20HY-15AY) y BMNF2 (30HY-20AY), respectivamente, sin que ello modificara el consumo voluntario. Tal como señalan Vázquez-Mendoza et al. (2012), la ingesta de BMN puede estar modulada por factores como la dureza del bloque, la calidad del forraje disponible, la época de suministro, el contenido de urea y

el estado fisiológico de los animales. Al respecto, Mestra-Vargas et al. (2022) señalaron que dietas con mayor densidad nutricional optimizan el ambiente ruminal y estimulan la producción de ácidos grasos volátiles y proteína microbiana, elementos clave para el crecimiento y la síntesis de tejido muscular.

En cuanto al consumo de forraje, se observó una tendencia positiva ($p < 0,07$). Los animales suplementados con BMNF1 (20HY-15AY) y BMNF2 (30HY-20AY) registraron consumos medios de $0,992$ y $0,753$ kg·animal⁻¹·día⁻¹, respectivamente, valores superiores a los del grupo control, cuyo consumo fue de $0,597$ kg·animal⁻¹·día⁻¹ (Tabla 3). Este comportamiento podría estar asociado a la calidad composicional de los BMN y al consumo adicional de nutrientes (Tabla 2 y 3), lo cual favoreció la actividad microbiana y la tasa de degradación de la fibra, estimulando así una mayor ingesta de forraje. Al respecto, Mestra-Vargas et al., (2022) señalaron que dietas con mayor densidad nutricional optimizan el ambiente ruminal y estimulan la producción de ácidos grasos volátiles y proteína microbiana, elementos clave para el crecimiento y la síntesis de tejido muscular.

Con relación al consumo total de materia seca (CMST) se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). Los animales del tratamiento control registraron los menores consumos, mientras que los animales suplementados con BMNF1 (20HY-15AY) y BMNF2 (30HY-20AY) alcanzaron valores de $1,127$ y $0,895$ kg·animal⁻¹·día⁻¹, respectivamente. No obstante, entre estos dos tratamientos no se detectaron

diferencias estadísticas ($p > 0,05$) (Tabla 3). El bajo consumo observado en los animales del tratamiento control puede explicarse por el menor contenido de nutrientes y la baja digestibilidad de la pastura disponible. En este sentido, los animales del tratamiento control registraron consumos medios de PC de $0,070 \text{ kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$, significativamente inferior al observado por los animales que recibieron las formulaciones BMNF1 (20HY–15AY) y BMNF2 (30HY–20AY), los cuales registraron consumos de 0,160 y $0,130 \text{ kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$, respectivamente, sin diferencias entre sí. Estos resultados

coinciden con estudios previos que indican que la concentración de proteína cruda en la dieta influye directamente en el consumo de nutrientes y en el rendimiento productivo de los ovinos (Huamán et al., 2023). Por su parte, Sánchez-López et al. (2025) señalaron que el papel principal de los BMN es proporcionar nitrógeno no proteico, el cual mejora el ambiente ruminal y contribuye con la multiplicación de los microorganismos, permitiendo una mayor degradabilidad y utilización eficiente del material fibroso (Robles et al., 2023).

Tabla 3.

Consumo de materia seca y proteína ($\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$) en ovinos criollos suplementados con BMN

Consumo	Control	TTO		p	CV (%)
		BMNF1 (20HY-15AY)	BMNF2 (30HY-20AY)		
CBMN	-	0,128 a	0,129 a	0,9833	35,0
CMSF	$0,597\pm 0,14$	$0,992\pm 0,24$	$0,753\pm 0,24$	0,0758	27,3
CMST	$0,597\pm 0,14$ b	$1,127\pm 0,24$ a	$0,895\pm 0,24$ ab	0,0210	24,6
CPC	$0,070\pm 0,02$ b	$0,160\pm 0,03$ a	$0,130\pm 0,03$ a	0,0020	20,9
CFDN	$0,410\pm 0,10$ b	$0,700\pm 0,17$ a	$0,550\pm 0,16$ ab	0,0540	26,4

Letras diferentes en las filas indican diferencia estadística ($p < 0,05$). CBMN: consumo bloque multinutricional, CMSF: consumo de materia seca forraje, CMST: consumo de materia seca total, CPC: consumo de proteína cruda. CFDN: consumo de fibra detergente neutro.

Fuente: autores.

Desempeño productivo y sanitario

La respuesta favorable en los animales suplementados con BMN se puede asociar

tanto con la calidad composicional de los bloques (Tabla 2), como con el mayor consumo de materia seca y nutrientes (Tabla 3). En este sentido, los animales suplemen-

tados con BMNF1 (20HY–15AY) y BMNF2 (30HY–20AY) alcanzaron ganancias totales de 8,21 y 8,09 kg durante el periodo experimental, equivalentes a ganancias diarias promedio (GDP) de 0,060 y 0,059 kg·animal⁻¹·día⁻¹, respectivamente. Estos valores difirieron de los observados en el grupo control, cuyos animales registraron una ganancia total de 5,98 kg y una GDP de 0,043 kg·animal⁻¹·día⁻¹ (Tabla 4). La baja respuesta productiva de los ovinos que no fueron suplementados puede ser explicada por el bajo consumo de nutrientes (Tabla 3), que en el caso de este tratamiento fue dado por la pastura. Al respecto Suárez Paternina et al. (2019) y Mestra-Vargas et al. (2022) afirman que los ovinos cuando consumen solo forrajes y el valor nutricional de los mismos es de baja calidad, la ingestión de nutrientes puede resultar limitada para obtener ganancias de pesos aceptables.

En general, la ganancia diaria de peso registrada en los animales que recibieron BMN fue en promedio de 0,060 kg·animal⁻¹·día⁻¹, siendo semejantes a la reportada por Robles et al. (2023), quienes al valorar efecto de la suplementación con BMN en ovejas criollas bajo pastoreo reportaron ganancias de peso de 0,073 kg·animal⁻¹·día⁻¹. De igual forma, el desempeño productivo registrado por los animales que consumieron BMN se asemeja a los resultados notificados por Fernández et al. (1997), quienes al evaluar la ganancia de peso de corderos Corridale suplementados con BMN, registraron ganancias de 0,074 kg·animal⁻¹·día⁻¹, mientras que los animales que no recibieron suplementación presentaron ganancias de 0,050 kg·animal⁻¹·día⁻¹. Por su parte, Cordão et al. (2014) manifestaron ganancias de peso en ovinos y caprinos suplementados con BMN en pastoreo más suministro de heno de pasto buffel ganancias medias de 0,088 kg·animal⁻¹·día⁻¹, siendo superiores a la registradas en este estudio.

Tabla 4.
Desempeño productivo de ovinos criollos suplementados con BMN

TTO	GPP (kg)	GDP (kg)	CC (1-5)
Control	5,98±1,32 b	0,043±0,01 b	2,82±0,39 b
BMNF1 (20HY-15AY)	8,28±1,20 a	0,060±0,01 a	3,0±0,37 a
BMNF2 (30HY-20AY)	8,09±0,97 a	0,059±0,01 a	3,0±0,40 a
p	0,0027	0,0027	0,0025
CV (%)	15,72	15,72	13,30

Letras diferentes en las columnas indican diferencia estadística (p<0.05). GPP: ganancia de peso del periodo, GDP: ganancia diaria de peso, CC: condición corporal.

Fuente: autores.

En cuanto a la condición corporal de los animales (Tabla 4), se observaron diferencias significativas ($p < 0,0025$), destacándose que los ovinos suplementados con BMN presentaron un mejor engrasamiento, con un puntaje promedio de 3,0, el cual puede ser considerado óptimo para animales en crecimiento, y se relaciona con un adecuado estado nutricional y sanitario de los animales (Tablas 3 y 5). Por otro lado, los ovinos suplementados con BMNF1 (20HY–15AY) y BMNF2 (30HY–20AY) presentaron mejores indicadores sanitarios en comparación con el grupo control, reflejados en valores inferiores en la escala Famacha®, correspondientes a una coloración de la conjuntiva ocular grado 1 (rojo). Estos valores difirieron significativamente ($p < 0,05$) de los observados en el grupo control, cuyos animales mostraron una coloración grado 2 (rojo-pálido) y una tendencia a tener una mayor carga parasitaria (HPG), (Tabla 5). Sin embargo, para el recuento de hematocrito no se evidenció un efecto significativo de la suplementación con BMN ($p > 0,05$), registrándose valores

promedio de 34 %, los cuales se encuentran dentro de los rangos de referencia para la especie (Yaguna-Guerra, 2020 y Rodríguez-Díaz et al. 2024). Los anteriores resultados pueden atribuirse al aporte adicional de energía y proteína proporcionado por los bloques multinutricionales, el cual contribuyó al fortalecimiento de la respuesta inmunológica de los ovinos y a mejorar su capacidad para tolerar el parasitismo. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Torres-Acosta et al. (2021), quienes indicaron que la mejora del plano nutricional constituye una estrategia oportuna para incrementar la resiliencia de los ovinos frente a nematodos gastrointestinales, los cuales pueden generar impactos negativos sobre el desempeño productivo, causar anemia, disminuir el consumo de materia seca, provocar pérdidas de peso y aumentar la susceptibilidad a otras enfermedades, lo que se traduce en pérdidas económicas para los sistemas de producción (Reyes-Guerrero et al., 2021; Arauco Villar et al., 2021).

Tabla 5.

Efecto de la suplementación con BMN sobre parámetros de Famacha®, HTO y HPG en ovinos

TTO	Famacha®(1-5)	HTO (%)	HPG
Control	2,0±0,69 b	33,0±6,34 a	727,27±1,144 a
BMNF1 (20HY-15AY)	1,0±0,54 a	34,9±5,46 a	416,67±709 a
BMNF2 (30HY-20AY)	1,0±0,45 a	33,1±7,13 a	327,42±382 a
p	0,0001	0,5750	0,1225
CV (%)	38,82	18,74	20,11

Letras diferentes en las columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

HTO: hematocrito, HPG: huevos por gramo de heces.

Fuente: autores.

Evaluación de la calidad de canal y composición tisular

En lo que respecta a las variables de calidad de canal, el análisis no detectó efecto significativo ($p > 0,05$) de la suplementación con BMN, ya que se registraron valores pro-

medios de 10,68 kg, similares entre los tratamientos (Tabla 6). El pH de las canales osciló entre 5,4 y 5,5 indicando que los ovinos no sufrieron un nivel de estrés previo al beneficio. Los anteriores resultados están dentro de los valores notificados por Aguayo-Ulloa et al., (2022).

Tabla 6.
Calidad de canal de ovinos criollos suplementados con BMN

Variable	Control	TTO		p	CV (%)
		BMNF1 (20HY-15AY)	BMNF2 (30HY-20AY)		
PCC (kg)	10,04±1,72	11,36±1,13	10,64±2,10	0,4913	15,93
RCC (%)	41,26±1,20	40,18±0,78	41,12±1,20	0,5540	4,08
PCF (kg)	8,96±1,69	10,28±1,30	9,64±1,91	0,4719	17,14
RCF (%)	36,7±1,54	36,28±0,99	37,22±2,56	0,7209	4,94
PR (%)	11,0±1,93	9,70±2,75	9,42±3,37	0,6089	26,11
pH	5,48±0,14	5,53±0,08	5,50±0,30	0,9007	3,53
Músculo (%)	62,36 ± 4,0	61,76 ± 1,7	62,40 ± 4,6	0,9544	5,96
Grasa (%)	6,50 ± 3,3	6,54 ± 1,6	6,40 ± 2,0	0,9957	37,79
Hueso (%)	25,82 ± 1,8	24,60 ± 1,5	24,64 ± 3,2	0,6529	9,32
Otros (%)	4,26 ± 0,8	5,02 ± 1,2	4,32 ± 1,3	0,5381	25,79

PCC: peso canal caliente, RCC: rendimiento canal caliente, PCF: peso canal fría, RCF: rendimiento canal fría, PR: pérdidas por refrigeración.

Fuente: autores.

En general, las canales presentaron altas pérdidas por refrigeración; sin embargo, las canales del tratamiento control fueron las

que registraron las mayores pérdidas, las cuales pueden estar relacionadas posiblemente con la menor condición corporal de

los animales. Al respecto, diferentes autores han manifestado que las pérdidas en refrigeración están relacionadas con la cobertura de la grasa, registrando las canales con menor cobertura de grasa subcutánea como las que registran las mayores pérdidas (Queiroz et al., 2015 y Suárez-Paternina et al., 2020). De acuerdo con lo anterior, Aguayo-Ulloa et al. (2022) mencionaron que las pérdidas por refrigeración pueden oscilar entre el 1 % y el 7 %, y dependen del sistema de alimentación, el sexo, el peso, la temperatura y la humedad relativa de la cámara de frío. El porcentaje de pérdida por refrigeración reportado en el presente estudio es similar al indicado por Suárez-Paternina et al. (2020), quienes al evaluar el efecto de la suplementación energético proteico con subproductos agroindustriales en ovinos criollos reportaron valores medios del 11 %; sin embargo, contrastan con los reportados por Aguayo-Ulloa et al. (2022), quienes al caracterizar la canal de ovinos criollos indicaron valores medios de 6,46 %.

La suplementación con bloques BMN no generó cambios sustanciales en la composición tisular de la canal, siendo similar a la registrada por la del grupo control (Tabla 6). El porcentaje de músculo, principal componente de interés en la calidad de canal se mantuvo constante ($p > 0,05$) entre los tratamientos, siendo en promedio de 62,1 %. De igual forma, para el contenido de grasa, proporción de hueso y otros componentes, no se detectó efecto significativo de la suplementación con BMN, ya que se registraron valores medios de 6,54 %, 25,0 % y 4,5 %, respectivamente. La proporción de músculo registrada en este estudio coincide

con los resultados reportados por Aguayo-Ulloa et al. (2022), quienes al caracterizar la calidad de la canal de ovinos criollos de pelo indicaron una proporción de músculo, grasa, hueso y otros componentes del 63,0 %, 8,0 %, 21,3 % y 7 %, respectivamente. Sin embargo, contrastan con los valores registrados por Coronel-Burgos et al. (2017), quienes indicaron proporciones medias de músculo, grasa y hueso de 67 %, 16 % y 18 %, respectivamente, en ovinos mestizos ($\frac{3}{4}$ Kathadin $\times$ $\frac{1}{4}$ Pelibuey), mucho mejores a las reportadas en este estudio y obedecen al grupo racial, como también a un mejor plano nutricional donde la suplementación energético-proteica tiende a favorecer la síntesis de tejido muscular sobre el óseo.

Costos y análisis económico

De acuerdo con las formulaciones, se estimaron las cantidades necesarias de cada materia prima para la elaboración de los BMN y a partir de los costos de producción o comerciales de estas materias primas, se determinó el costo unitario por kilogramo de los BMN utilizados en la suplementación de los ovinos. En este sentido, el costo por kilogramo de los BMN fue de \$USD 0,566 y \$USD 0,529, respectivamente, para BMNF1 (20HY-15AY) y BMNF2 (30HY-20AY), valores que estuvieron directamente relacionados con el nivel de inclusión y los costos de las materias primas. Mientras que en el tratamiento control registró un costo de \$USD 0,67, representado por el consumo y suministro diario de suplemento mineral.

Considerando el consumo diario de los ovinos y el costo unitario por kilogramo de

cada tipo de suplemento (BMN), se estimó el costo total de suplementación durante el periodo evaluado (Tabla 7). En este contexto, los ovinos suplementados con el BMNF1 (20HY-15AY) registraron el mayor costo acumulado, alcanzando \$USD 9,92 por animal. Les siguieron los ovinos suplementados con el BMNF2 (30HY-20AY), con un gasto de \$USD 9,36 por animal. En contraste, los animales del tratamiento control presentaron el menor costo durante el periodo, con un total de \$USD 8,66 por animal.

A pesar de que los animales del tratamiento control registraron los menores costos de suplementación, fueron los ovinos suplementados con BMN los que generaron los mayores ingresos netos (Tabla 7). Estos resultados se explican principalmente por el mejor desempeño productivo, el cual estuvo directamente influenciado por el mayor consumo de materia seca y de nutrientes. En consecuencia, las mayores ganancias de peso registradas por los animales suplementados con BMN se tradujeron en mayores ingresos, no obstante, los ingresos netos registrados en el tratamiento BMNF2 (30HY-20AY)

fueron ligeramente superiores a los observados en el tratamiento BMNF1 (20HY-15AY) en 5 % y aproximadamente en un 60 % con relación al tratamiento control. Estos hallazgos indican además que la suplementación, aunque implica un costo ligeramente mayor, ofrece una mejor rentabilidad, la cual fue notablemente más alta en los tratamientos con BMN, especialmente en BMNF2 (30HY-20AY), que alcanzó 57,74 %, seguido de BMNF1 (20HY-15AY) con un 51,63 %, mientras que el control registró solo 25,12 % de rentabilidad (Tabla 7).

Por otra parte, el punto de equilibrio fue ligeramente mayor en los animales suplementados con BMN con relación con el tratamiento control, debido al mayor costo empleado en la alimentación. A pesar de que en todos los tratamientos los animales superaron ampliamente el punto de equilibrio, demuestra que la producción fue rentable, siendo más eficiente en los tratamientos con BMN, ya que lograron mayores ganancias de peso con menores costos por kilogramo producido (Tabla 7).

Tabla 7.
Costos y análisis económico de la suplementación con BMN en ovinos

Ítem	Control	TTO	
		BMNF1 (20HY-15AY)	BMNF2 (30HY-20AY)
Consumo BMN kg.animal.d	0,017*	0,128	0,129
Costo unitario (kg) (\$USD)	0,67	0,566	0,529
Costo alimentación animal.d (\$USD)	0,063	0,072	0,068
Días experimentales	137	137	137
Total costos (\$USD)	8,66	9,92	9,36

Ítem	Control	TTO	
		BMNF1 (20HY-15AY)	BMNF2 (30HY-20AY)
Peso inicial (Kg)	15,91	16,2	16,36
Peso final (Kg)	21,89	24,5	24,5
Ganancia de peso periodo (kg)	5,98	8,30	8,14
Costo de comercialización Kg en pie (\$USD)	1,81	1,81	1,81
Ingreso bruto (\$USD)	10,84	15,05	14,76
Ingreso neto (\$USD)	2,18	5,12	5,40
Rentabilidad (%)	25,12	51,63	57,74
Punto de equilibrio (kg)	4,8	5,5	5,2
Costo de producción kg en pie (\$USD)	1,45	1,20	1,15

**Ración diaria de suplemento mineral. Tasa representativa del dólar (\$USD 3,861), Banco de la República de Colombia.*

Fuente: autores.

En general, la suplementación con BMN generó un efecto sinérgico en los ovinos, mejorando de manera conjunta el consumo de nutrientes, el desempeño productivo, el estado sanitario y la rentabilidad del sistema. El mayor aporte de nutrientes optimizó la fermentación ruminal y estimuló una mayor ingestión de materia seca, lo que se reflejó en mayores ganancias de peso y mejores indicadores sanitarios. Integralmente, el uso de BMN se tradujo en mayores ingresos netos y rentabilidad y en producir a un menor costo la unidad de producto, demostrando

que la suplementación con BMN constituye una estrategia integral capaz de fortalecer simultáneamente la eficiencia alimenticia, el bienestar animal y la sostenibilidad económica del sistema productivo. Sin embargo, es importante señalar que los resultados obtenidos son prometedores bajo las condiciones del presente estudio, pero su aplicación a gran escala requiere validar la respuesta productiva y sanitaria en diferentes contextos de producción, dependiendo de la disponibilidad de insumos, la oferta forrajera y las condiciones de manejo propias de cada territorio

4 CONCLUSIONES

A pesar de que las formulaciones empleadas BMNF1 (20HY-15AY) y BMNF2 (30HY-20AY) mejoraron significativamen-

te el consumo de nutrientes y la ganancia de peso, respecto al tratamiento control, la formulación que incluyó un 30 % de harina

de hoja de yuca y un 20 % de afrecho de yuca (BMNF2-30HY-20AY) expuso un mayor beneficio económico, reflejado por un mayor ingreso neto y mejor rentabilidad, además fue el que incurrió en menos gastos para producir una unidad de producto. En conjunto, estos resultados indican que el BMNF2 (30HY-20AY) ofrece un balance más eficiente entre productividad y rentabilidad, convirtiéndose en la alternativa más

recomendable para los productores ovinos, bajo condiciones tropicales.

Desde una perspectiva de sostenibilidad, el uso de subproductos de la yuca para la elaboración de los BMN promueve la economía circular al transformar residuos agroindustriales en insumos de alto valor nutricional, reduciendo costos y contribuyendo a la mitigación del impacto ambiental asociado a su disposición.

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Autor 1: ideación, formulación, montaje del ensayo, evaluación en campo, análisis de información, redacción y discusión de los resultados.

Autor 2: evaluación en campo, digitación y preparación de bases de datos, búsqueda de información, contribución en la redacción y discusión de los resultados.

Autor 3: evaluación en campo, digitación y preparación de bases de datos, búsqueda de información, contribución en la redacción y discusión de los resultados.

Autor 4: evaluación en campo, contribución en la redacción y discusión de los resultados.

Autores 5 y 6: contribución en la redacción y discusión de los resultados.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación por permitir la participación de la Universidad del Cauca y Agrosavia en

la Convocatoria 903-2021, contribuyendo al fortalecimiento de la Misión Bioeconomía.

FINANCIAMIENTO

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Programa 85717 - Fortalecimiento de la red de valor de la yuca en Colombia mediante coinnovación en producción primaria, transformación, y acceso a mercados con criterios de sostenibilidad,

competitividad y circularidad; proyecto 87064. Aprovechamiento integral de la biomasa de la yuca para optimizar la circularidad y minimizar la contaminación de su agroindustria. De igual forma, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

No aplica.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

LITERATURA CITADA

- Agreda, V. (1990). *Metodología para análisis económico de sistemas de producción*. Rispa.
- Aguayo-Ulloa, L. A., Rua-Bustamante, C. V., Suárez-Paternina, E. A. y Ríos-de-Álvarez, L. (2022). Caracterización de la canal de ovinos sacrificados en una planta frigorífica de Córdoba, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 33(1), 44572. <https://doi.org/10.15517/am.v33i1.44572>
- Arauco Villar, F., Uchupaica Payano, I., Mayorga Sánchez, N. y Cruz Flores, D. (2021). Asociación de parasitismo gastrointestinal con parámetros fisiológicos en ovinos mejorados de la región Junín, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(6), e21677. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i6.21677>
- Ariza-Nieto, C., Mayorga, O. L., Mojica, B., Parra, D. & Afanador-Tellez, G. (2018). Use of LOCAL algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 26(1), 44-52. <http://doi.org/10.1177/0967033517746900>
- Batch, G., Hansen, J., Krecek, R., Van Wyk, J., & Vatta, A. (2001). *Sustainable approaches for managing haemonchosis in sheep and goats* (Final report of F.A.O Technical Cooperation in Africa, Project No. TCP/SAF/8821(a)). FAO.
- Cabral, Í. D. S., Oliveira, S. S., Azêvedo, J. A. G., Souza, L. L., Lima, R. F. D., Lopes, C. D. Otani, F. S., Reis, F. M., Sousa, C. A. F. D. (2020). Ruminal fermentation kinetics of by-products using the semi-automatic technique of in-vitro gas production. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 21. <https://doi.org/10.1590/s1519-99402121242020>
- Carter, L. M. y Gallo, C. B. (2008). Efectos del transporte prolongado por vía terrestre y cruce marítimo en transbordador sobre pérdidas de peso vivo y características de la canal en corderos. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40(3), 259-266. <https://doi.org/10.4067/s0301-732x2008000300006>

- Colomer-Rocher, F., Morand-Fehr, P., Kirton, A. H., Delfa, R. y Sierra-Alfranca, I. (1988). *Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Cordão, M. A., Cezar, M. F., Cunha, M. G. G., Sousa, W. H., Filho, J. M., Lins, Menezes J. B. A., Nóbrega, G. H. (2014). Efeito da suplementação com blocos multinutricionais sobre o desempenho e características de carcaça de ovinos e caprinos na Caatinga. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66(6), 1762-1770. <https://doi.org/10.1590/1678-7169>
- Coronel-Burgos, F., Plascencia, A., Castro-Pérez, B. I., Contreras-Pérez, G., Barreras, A. y Estrada-Angulo, A. (2017). Influencia de la sustitución parcial del maíz y de la pasta de soja por zeolita en ovinos en etapa de finalización: Características de la canal, composición tisular y masa visceral. *Archivos de Zootecnia*, 66(254), 223-228.
- Correa, H. J. (2011). *Efecto del manejo del pastoreo y la suplementación alimenticia en vacas lactantes de sistemas especializados sobre su metabolismo energético y proteico y el contenido de proteína en la leche* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8605>
- Felice, M. (2011). Condición corporal de ovinos. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle.
- Fernández, G., San Martín, F. y Ecurra, E. (1997). Uso de bloques nutricionales en la suplementación de ovinos al pastoreo. *Revista de Investigación Pecuaria IVITA*, 8(1), 29-38. chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/veterinaria/v08_n1/pdf/a04.pdf
- Ferreira, M. A., Valadares Filho, S. C., Marcondes, M. I., Paixão, M. L., Paulino, M. F., & Valadares, R. F. D. (2009). Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(8), 1568-1573. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000800022>
- Franco, L. H., Calero, D. y Durán, C. V. (2006). *Manejo y utilización de forrajes tropicales multipropósito*. CIAT – Universidad Nacional de Colombia.
- Huamán, M., Olazábal-Loaiza, J. y San Martín, F. (2023). Proteína cruda de la dieta y nitrógeno ureico sanguíneo en alpacas y ovejas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(1), e24617. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24617>
- Kongphitee, K., Sommart, K., Phonbumrung, T., Gunha, T., & Suzuki, T. (2018). Feed intake, digestibility and energy partitioning in beef cattle fed diets with cassava pulp instead of rice straw. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(9), 1431-1441. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0759>
- Maza Ángulo, L., Villa Arrieta, S., Vergara Rodríguez, H., Bustamante Yáñez, M., Simanca Sotelo, J., Alemán Romero, A., & Vergara Garay, O. (2016). Weight gain and carcass yield in sheep supplemented with multinutrient blocks in transition

- period dry-rainy season. *Revista Colombiana de Ciencia Animal – RECIA*, 8(1), 65-71. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n1.2016.224>
- Mestra-Vargas, L., Santana-Rodríguez, M. y Aguayo-Ulloa, L. (2022). Respuesta productiva de corderos suplementados con oleaginosas en condiciones de Caribe Húmedo colombiano. *Nutrición Animal Tropical*, 16(1), 1-30. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr//index.php/nutrianimal/article/download/50178/50156?inline=1>
- Ministerio de Protección Social. (2007). *Decreto Número 1500 de 2007*. <https://es.scribd.com/document/313492399/DECRETO>
- Queiroz, L. de O., Santos, G. R. de A., Macêdo, F. de A. F., Mora, N. H. A. P., Torres, M. G., Santana, T. E. Z. y Macêdo, F. G. de. (2015). Características quantitativas da carcaça de cordeiros Santa Inês abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16(3), 712-722. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000300021>
- Ramírez-Pérez, A. H., Buntinx, S. E., Tapia-Rodríguez, C., & Rosiles, R. (2000). Effect of breed and age on the voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep. 1. Estimation of voluntary intake. *Small Ruminant Research*, 37(3), 223-229. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448899001418>
- Reyes-Guerrero, D. M., Olmedo-Juárez, A. y Mendoza-de Gives, P. (2021). Control y prevención de nematodosis en pequeños rumiantes: antecedentes, retos y perspectivas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(Supl. 3), 186-204. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5840>
- Robles R. S., García L. I. I. G., Sánchez L. R., Burgos W., & Margarito L. A. (2023). Supplementation of creole sheep with multnutritional blocks in Tlaxcala, Mexico. *Journal of Agricultural Sciences Research*. <https://doi.org/10.22533/at.ed.9733723300510>
- Rodríguez-Díaz, D. L., González-Garduño, R., García-Herrera, R. A., Chaves-Gurgel, A. L., Muñoz-Osorio, G. A. y Chay Canul, A. J. (2024). Parámetros hematológicos de ovejas Pelibuey adultas bajo condiciones del trópico húmedo de México. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 35(2), e26139. <https://doi.org/10.15381/rivep.v35i2.26139>
- Sánchez-López, N., Mendoza-Martínez, G. D., de la Torre-Hernández, M. E., Hernández-García, P. A., Díaz-Galván, C., Ortega-Navarro, G. C., Fuentes Ponce, M. H., Leal-González, A. J., López Ridaura, S., Van Loon, J. (2025). Impact of Feeding Level and Multi-Nutrient Blocks with Polyherbals on Weight Changes and Greenhouse Gas Emissions in Lambs. *Animals*, 15(17), 2541. <https://doi.org/10.3390/ani15172541>

- Shapiro, L. S. (2010). Important techniques for veterinary technicians. In L. S. Shapiro (Ed.), *Pathology & parasitology for veterinary technicians* (2nd ed., 223-241). Delmar Cengage Learning.
- Suárez Paternina, E. A., Maza Angulo, L. A., Barragán Hernández, W. A., Patiño Pardo, R. M., Vergara Garay, O. D. y Aguayo Ulloa, L. A. (2019). Comportamiento ingestivo diurno y desempeño productivo de corderos suplementados con semilla de algodón y maíz molido. *Revista Medicina Veterinaria*, 39, 63-74. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.7>
- Suárez-Paternina, E., Maza-Angulo, L., Aguayo-Ulloa, L., Vergara-Garay, O., Barragán-Hernández, W. y Bustamante-Yáñez, M. (2020). Efecto de la suplementación con semilla de algodón y maíz en el desempeño productivo y calidad de la carne de ovinos. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2), e1604. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1604>
- Suárez Paternina, E. A., Mestra Vargas, L. I., Paternina Paternina, Y., Salcedo Carrascal, E. P., Luna Castellanos, L. L. y Araújo Vásquez, H. A. (2022). *Yuca para la alimentación animal en la región Caribe: manejo, conservación y uso eficiente*. Agrosavia.
- Suárez Paternina, E., Paternina Paternina, Y., Atencio Solano, L., Tapia Coronado, J. J., Barragán Hernández, W., & Mestra Vargas, L. (2025). Effect of corn and cassava silage on the economic and productive performance of hair creole sheep (*Ovis aries*). *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 17(2). <https://doi.org/10.18272/aci.vi.3748>
- Sudarman, A., Ananda, A., Pangestu, R., & Khotijah, L. (2023). The effect of different energy sources on the performance and blood metabolites of sheep. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1208, 012060. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1208/1/012060>
- Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., González-Pech, P. G., Mancilla-Montelongo, M.G., Ortega-Pacheco, A., Aguilar-Caballero, A. J., Santos-Ricalde, R. H., Sarmiento-Franco, L. A., Ramos-Bruno, E., Torres-Fajardo, R. A., Méndez-Ortiz, F. A. (2021). Interacción entre la nutrición y los nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes pastoreando la selva baja caducifolia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(3), 1-18.
- Vázquez-Mendoza, P., Castelán-Ortega, O. A., García-Martínez, A. y Avilés-Nova, F. (2012). Uso de bloques nutricionales como complemento para ovinos en el trópico seco del altiplano central de México. *Agroecosistemas Tropicales y Subtropicales*, 15(1), 87-96. <chrome-extension://efaidnbmnnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/939/93924483008.pdf>
- Wanapat, M., & Kang, S. (2015). Cassava chip (*Manihot esculenta* Crantz) as an energy source for ruminant feeding. *Animal Nutrition*, 1(4), 266-270. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.12.001>

Yaguna Guerra, C. J. (2020). *Estimación de parámetros hematológicos en corderos (Ovis aries) de pelo, durante la fase de cría en Córdoba* [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. Repositorio

Universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/bc52459a-9b95-462a-be47-6212a4fad632/content>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.



Licencia de Creative Commons

Revista de Investigación Agraria y Ambiental is licensed under a Creative Commons Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional License.