

# CARACTERIZACIÓN DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES CON BOVINAZA ENRIQUECIDOS CON UN PREPARADO A BASE DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

## CHARACTERIZATION OF MULTI-NUTRITIONAL BOVINE BLOCKS ENRICHED WITH A PREPARATION BASED ON LACTIC ACID BACTERIA

<sup>1</sup>Henry Yarbey Suarez Romero, <sup>2</sup>Luis Miguel Borrás Sandoval,  
<sup>3</sup>Carlos Eduardo Rodríguez Molano

<sup>1</sup>Zootecnista, Msc Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia.

<sup>2</sup>Zootecnista, PhD, Mg. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia.

<sup>3</sup>Zootecnista, PhD©., Mg. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia.

<sup>1</sup>henry.suarez@uptc.edu.co, <sup>2</sup>luis.borras@uptc.edu.co,

<sup>3</sup>carlos.rodriguez@uptc.edu.co

**Citación:** Suarez-Romero, H., Borrás-Sandoval, L., y Rodríguez-Molano, C. (2021). Caracterización de bloques multinutricionales con bovinaza enriquecidos con un preparado a base de bacterias ácido lácticas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 12(2), 115 – 126. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.3914>

### RESUMEN

**Contextualización:** Colombia es el cuarto mayor productor de ganado en América Latina, después de Brasil, Argentina y México, con aproximadamente 22,5 millones de cabezas de ganado, convirtiendo a la ganadería una de las actividades más importante en la economía del país, aportando 53% del producto interno pecuario; se ha apreciado un crecimiento de aproximadamente una tercera parte con el fin de producir alimentos que provean una fuente optima de proteína de origen animal y satisfagan las necesidades de los consumidores

**Vacío de conocimiento:** un problema serio que se presenta en la producción ganadera en Colombia son los altos costos de producción y la baja productividad a nivel de finca lo que ha

generando la necesidad de buscar alternativas nutricionales de alta calidad y que sean económicamente rentables para el productor.

**Propósito del estudio:** esta investigación tuvo como propósito evaluar la composición nutricional y microbiológica de bloques multinutricionales elaborados con bovinaza y enriquecidos con un preparado BAL (bacterias ácido lácticas) con un proceso de fermentación, como posible alternativa de suplementación de rumiantes.

**Metodología:** el preparado microbiano esta basado en un cultivo de bacterias ácido lácticas (BAL) heterofermentativa de mediana y rápida acidificación. En la elaboración de los bloques multinutricionales se empleó, sal mineralizada,

excretas bovinas, harina de alfalfa, afrecho de café, harina de maíz, cemento, urea y melaza en diferentes porcentajes de inclusión; adicionalmente, al T2 y T3 se les añadió un preparado microbiano y el T3 tuvo un proceso de fermentación por 48 horas a temperatura ambiente. Las variables evaluadas fueron: Humedad (H), Materia seca (MS), Proteína Cruda (PC), fibra cruda (FC), fibra neutra detergente (FDN), fibra ácida detergente (FDA) y análisis microbiológico, empleándose un diseño de bloques completamente al azar.

**Resultados y conclusiones:** se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre el T3 y los demás tratamientos en la PC, FC, FDA y FDN obteniendo los mayores valores, se evidenció un comportamiento inversamente proporcional entre la MS y la H para los distintos tratamientos; la concentración de aerobios para el T3 fue de  $80 \times 10^2$  UFC/g, además de evidenciarse la ausencia de *Salmonella* en el T2 y T3. La inclusión de un preparado microbiano y la fermentación durante 48h mejora los parámetros nutricionales de los bloques multinutricionales.

**Palabras clave:** Alimento Fermentado; Calidad Nutricional; Microorganismos; Rumiantes Suplementación animal

## ABSTRACT

**Contextualization:** Colombia is the fourth largest producer of livestock in Latin America, after Brazil, Argentina and Mexico, with approximately 22.5 million livestock, making livestock one of the most important activities in the country's economy, contributing 53% of the domestic product livestock; a growth of about a third has been seen in order to produce foods that provide an optimal source of protein of animal origin and meet the consumer's needs.

**Research gap:** A serious problem that occurs in livestock production in Colombia is the high

production costs and low productivity at the farm level, which has generated the need to look for high-quality nutritional alternatives that are economically profitable for the producer.

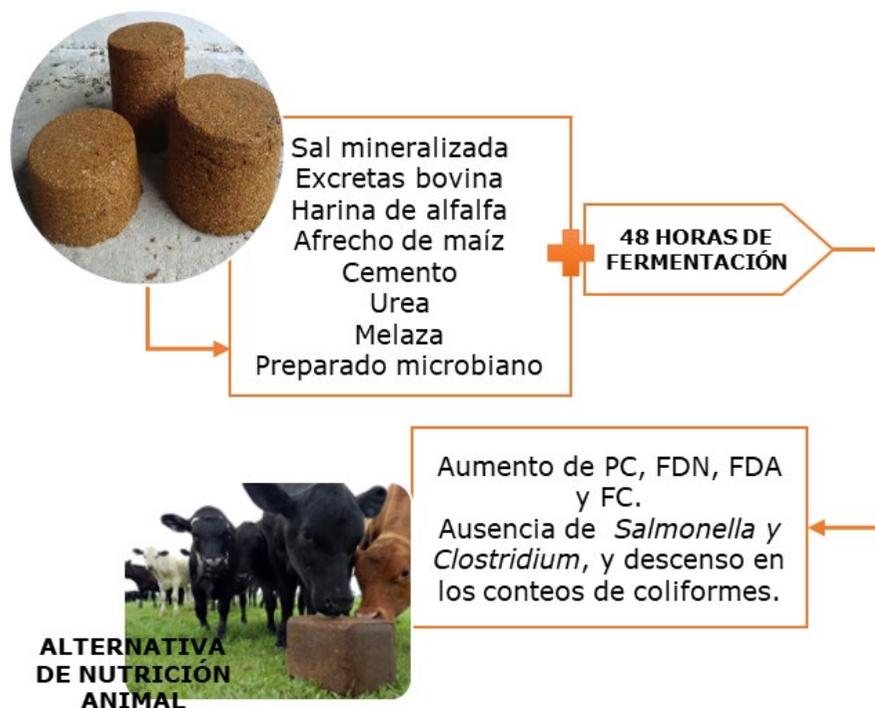
**Purpose:** The purpose of this research was to evaluate the nutritional and microbiological composition of multinutritional blocks made with bovines and enriched with a BAL (lactic acid bacteria) preparation with a fermentation process, as a possible alternative for ruminant supplementation.

**Methodology:** The microbial preparation is based on a medium and fast acidification heterofermentative lactic acid bacteria (BAL) culture. In the elaboration of the multinutritional blocks, mineralized salt, bovine excreta, alfalfa flour, coffee bran, corn flour, cement, urea and molasses with different inclusion percentages were used; in addition, to T2 and T3 added a microbial preparation and the T3 had a fermentation process for 48 hours at room temperature. The variables evaluated were: Humidity (H), Dry Matter (DM), Crude Protein (PC), crude fiber (FC), detergent neutral fiber (NDF), detergent acid fiber (FDA) and microbiological analysis, using a block design completely random.

**Results and conclusions:** There were significant statistical differences ( $P \leq 0.05$ ) between T3 and the other treatments in the PC, FC, FDA and FDN obtaining the highest values, an inversely proportional behavior was evident between the MS and the H for the different treatments; the aerobic concentration for T3 was  $80 \times 10^2$  CFU / g, in addition to the absence of *Salmonella* in T2 and T3. The inclusion of a microbial preparation and fermentation for 48h improves the nutritional parameters of the multi-nutritional blocks.

**Keywords:** Fermented Food; Nutritional Quality; Microorganisms; Ruminants; Animal supplementation

## RESUMEN GRÁFICO



**Fuente imagen:** *Implementación de suplementos multinutricionales para el ganado bovino* (Rojas y Moreno, 2019). <https://www.elcampesino.co/implementacion-de-suplementos-multinutricionales-para-el-ganado-bovino/>

## 1. INTRODUCCIÓN

El estado actual de la producción bovina busca nuevas alternativas de alimentación cuya implementación sea factible en la región, incorporando variedades de forraje y alternativas que sean adaptables a las condiciones, y resistentes al estrés hídrico y al proceso de desertificación (Scholey & Burton, 2019). Una opción importante, sugerida por centros de investigación, gremios y universidades, se relaciona con la utilización de fuentes locales de alimentos que permitan generar diferentes alternativas de alimentación, como la elaboración de ensilajes, henos y bloques multinutricionales, lo que permitirá minimizar el impacto negativo ocasionado por la falta de alimentos en épocas críticas (Chavarrero et al., 2017).

A diferencia de los suplementos líquidos o en harina, los bloques nutricionales incluyen: facilidad de transporte y manejo, consumo más homogéneo entre animales, reducción de la necesidad de sal como regulador de consumo y menor riesgo en el uso de urea como fuente de nitrógeno no proteico; sin embargo, lo más importante de un suplemento es el perfil nutricional y el impacto que tendrá en el crecimiento y la producción (Rodríguez-Molano & Pulido-Suárez, 2018).

La utilización de residuos agroindustriales, productos y subproductos agrícolas locales ricos en proteínas y nutrientes de alto valor energético, pueden constituir una alternativa para mejorar la nutrición y alimentación animal, como es el caso de la bovinaza que constituye un óptimo recurso para la suplementación de

rumiantes al poseer altos niveles de nitrógeno no proteico, que contribuye al mejoramiento del ambiente ruminal, aportando constantemente amonio para la síntesis de proteína microbiana de forma continua y lenta (Perea et al., 2013).

Las heces bovinas son caracterizadas por ser un excelente sustrato en la elaboración de alimentos para la alimentación animal (Villegas & Laines, 2017). Además, poseen altos contenidos de nutrientes y presentan una variada población de microorganismos procedentes del tracto gastrointestinal de los animales y de su contaminación en el medio ambiente (Ngulde, Yerima & Mustapha, 2018). Esto ha propiciado que hayan sido empleadas como inóculo en procesos fermentativos, a pesar de la presencia de microorganismos como la *E. coli* y *Salmonellas*, que son patógenos potenciales (Barzallo-Bravo et al., 2019; Huebner et al., 2019; Jamee et al., 2020).

De acuerdo con estas consideraciones, esta investigación tiene como objetivo la caracterización de bloques multinutricionales con bovinaza e inoculación de un preparado BAL (bacterias ácido lácticas).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización:** el trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), ubicada en la avenida Central del Norte, en el municipio de Tunja,

departamento de Boyacá. Este departamento está situado en el centro del país, limita al norte con los departamentos de Santander, Norte de Santander y la República de Venezuela; al oriente con los departamentos de Arauca y Casanare; al sur con los departamentos del Meta y Cundinamarca; y al occidente con el departamento de Antioquia, del que está separado por el río Magdalena. La ciudad de Tunja se encuentra localizada, sobre la cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2,820 msnm, cuenta con una temperatura promedio de 12 °C y precipitación media anual de 553 mm.

**Preparado Microbiano:** con base en un cultivo de bacterias ácido lácticas (BAL) heterofermentativa de mediana y rápida acidificación, *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (comercial liofilizado, Liofast Y452B, SACCO ®) (Borrás-Sandoval et al., 2017).

**Procedimiento experimental (elaboración del bloque):** en la preparación del producto se emplearon diversas materias primas (Tabla 1). A la mezcla del producto original se le añadió el preparado microbiano al T2 y T3; este último tuvo un proceso de fermentación por 48 horas a temperatura ambiente. Se tomaron muestras del producto terminado para realizar los análisis de composición nutricional y microbiológicos respectivos. Cada bloque representó una unidad experimental, con tres repeticiones cada una.

**Tabla 1.** Composición de bloques multinutricionales.

Ingredientes	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3*
	Porcentaje (%)		
Sal mineralizada	5	5	5
Excretas bovina	5	5	5
Harina alfalfa	30	27	27
Afrecho café	30	30	30
Harina de maíz	5	5	5
Cemento	5	5	5
Urea	3	3	3
Melaza	17	10	10
Preparado microbiano (PM)	-----	10	10
	100	100	100

\* *Fermentación por 48 horas.* **Fuente:** Autores.

Las mezclas se homogenizaron y se procedió al llenado de los recipientes para realizar el prensado a las 24 horas, después de transcurrido este tiempo se desmoldaron, es de anotar que el mismo procedimiento se cumplió en el tratamiento 3 pero se realizó después de las 48 horas de fermentación de la mezcla.

**Análisis químico:** las muestras de cada tratamiento se secaron y se molieron en un molino de martillo marca UDY®, con criba de 1 mm, para análisis bromatológico mediante las siguientes técnicas analíticas: Humedad (H) y Materia seca (MS), y Proteína Cruda (PC), métodos establecidos por AOAC (2000); fibra cruda (FC) fibra neutra detergente (FND) y fibra ácida detergente (FAD) (Van Soest et al., 1991).

**Análisis microbiológico.:** se realizó un análisis microbiológico a la mezcla del preparado microbiano y las materias primas para la elaboración de los bloques a las 48 horas de fermentación en un laboratorio certificado

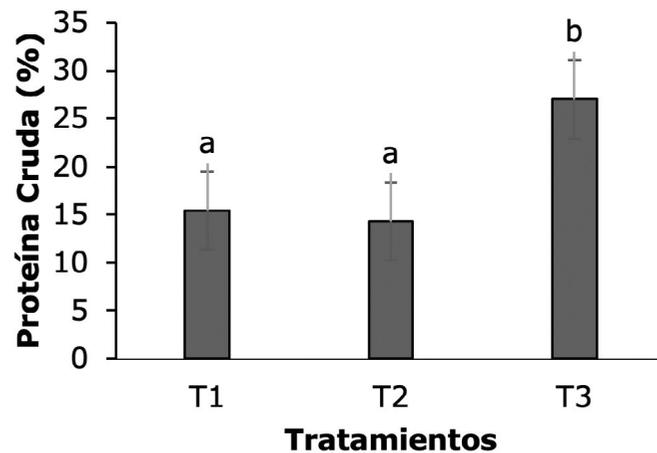
de Control Microbiológico ubicado en Boyacá, Colombia; para aerobios mesófilos (UFC/g), (AOAC 966.23.C: 2001); coliformes totales y fecales (NMP/g), (ICMSF NMP: 2000); esporas de Clostridium Sulfito reductor (UFC/g), (ISO 15213: 2003); mohos y levaduras (UFC/g), (ISO 7954: 1987); Salmonella (A-P / 25 g) (AS 5013.10: 2009).

**Análisis estadístico:** se empleó un diseño de bloques completamente al azar; el análisis de datos se realizó por medio del programa SPSS versión 24 (IBM Corp. 2016); y se analizó la información del perfil nutricional. Los datos obtenidos fueron sometidos a los supuestos de normalidad a través del estadístico de Shapiro-Wilk y homogeneidad por prueba de Levene. Después de haber comprobado los supuestos, se realizó análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de correlación entre los tratamientos y las variables nutricionales; y las variables que mostraron diferencias estadísticas fueron sometidas a pruebas de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Proteína cruda (% PC):** se observa que el T1 y T2 muestran un comportamiento similar con 15,4 y 14,3% respectivamente. Se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre el T3 y los demás tratamientos (Figura 1). Al realizar el proceso de fermentación en

el T3 se observa que el porcentaje de proteína cruda aumenta como lo reportan Pulido-Suárez et al., (2016) basado en residuos de cosecha de pera (*Pyrus communis* que durante su estudio de fermentación con adición de preparados microbianos alcanzo valores de proteína hasta de 25 %.



\*Los promedios con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

**Figura 1.** Porcentaje de proteína cruda.

**Fuente:** Autores.

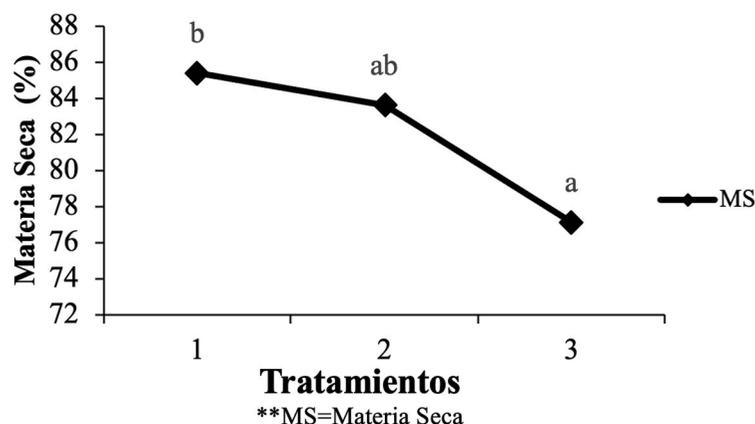
Las raciones suplementarias presentaron un apreciable valor nutritivo, con un contenido de proteína cruda que varía del 14,3 al 27%. Estos resultados son similares a los reportados por Duarte et al., (1996) con 16,8%, 17,7% y 18,5% de PC en raciones con una inclusión de 15%, 25% y 35% de pollinaza respectivamente; en cambio, en bloques a base de harina de cebada, alfalfa, broza de quinua, broza de haba se obtuvo el 22,92% (Tola-Paz et al., 2015).

Teniendo en cuenta que en el T1 se implementó un mayor porcentaje de harina de alfalfa, esta no alteró los valores de proteína cruda, evidenciándose que estos fueron similares a los obtenidos en el T2. Por otro lado, el alto nivel de proteína cruda obtenido en el T3 se puede atribuir a la adición de urea

y al proceso de fermentación, en donde se presenta la reducción de carbohidratos y la producción de proteínas microbianas (Aguirre et al., 2018). Esto mismo fue demostrado por Haro et al., (2011) quienes indicaron que el contenido de proteína de bloques multinutricionales a base de nopal fermentado presentó un aumento (16,86%) en comparación con el nopal en estado natural (1-2%).

Sin embargo, múltiples autores reportan que la inclusión de un preparado microbiano puede ser el causante del evidente aumento de proteína, ya que este estimula las acciones metabólicas microbianas mejorando el valor nutritivo de los alimentos (Yasar et al., 2020; Olukomaiya et al., 2020) basado en residuos de cosecha de pera (*Pyrus communis*.

**Materia seca (MS%).** en la (Figura 2), se observan diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre el T3 y T1 observándose valores de 77,15% y 85,4% respectivamente.



\*Los promedios con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

**Figura 2.** Porcentaje de Materia seca.

**Fuente:** Autores.

Se evidenciaron valores inferiores de MS en el T3, lo que concuerda con lo reportado por Melo-Camacho et al., (2017) en ensilaje de naranjas. Este comportamiento puede relacionarse con la utilización de los carbohidratos solubles (sacarosa, glucosa, fructosa) en procesos de fermentación como fuentes energéticas de los procesos metabólicos, y a su vez esta disminución puede provocar la concentración relativa de los demás componentes mostrando mayores porcentajes, tal fue el caso de la PB, FC, FDN y FDA en este estudio (Brea-Maure et al., 2015).

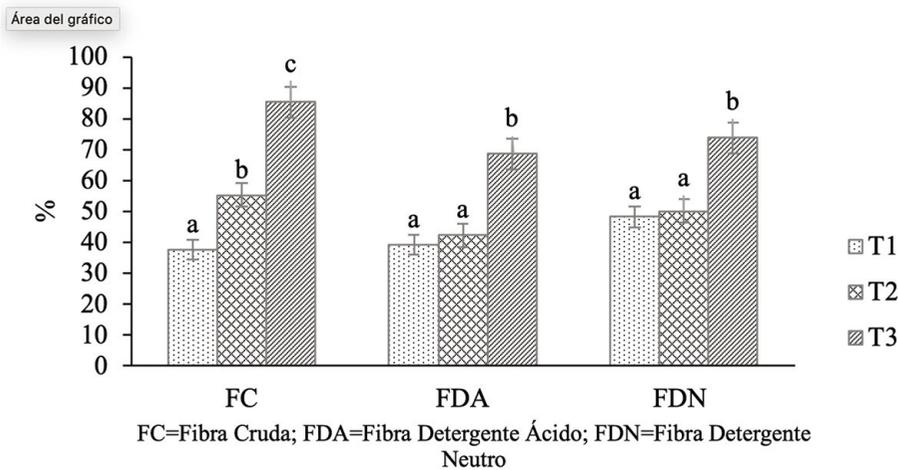
Por su parte, Ferraretto et al., (2018) afirman que la disminución en la concentración de MS en procesos de fermentación podría estar parcialmente relacionada con el calor utilizado para su cuantificación, ya que este volatiliza los alcoholes, el acetato, el propionato y una porción del lactato. No obstante, se evidenció que, en el T3, hubo un leve aumento de humedad, que está directamente relacionado con la adición de preparado microbiano y el proceso de fermentación; se ha

determinado que algunas enzimas producen pérdidas en la MS y el valor energético al reducir la disponibilidad de carbohidratos solubles (Jump, 2001).

La baja cantidad de MS en el T3 está relacionado con una mayor concentración de humedad siendo uno de los factores principales que influyen en la preparación de alimentos con adición de preparados microbianos, debido a que el agua ejerce una función como vehículo de los nutrientes e interviene en el crecimiento de la microbiota fermentadora al involucrarse en procesos metabólicos (Borras-Sandoval et al., 2015; Borras et al., 2017). Por otra parte, se asocia a la formación de enlaces peptídicos, en los cuales se pierde una molécula de agua, lo que se relaciona con el aumento de los niveles de PC en alimentos fermentados.

**Fibra cruda (FC %), Fibra detergente neutra (FDN%) y fibra detergente ácida (FDA %):** se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre el T3 y los demás tratamientos para FC, FDA y FDN,

observándose que el T3 posee los valores más altos y el T1 y T2 presentan valores estables con un promedio de 36,12 % de FC, 49,95% de FDA y 77,85 % de FDN (Figura 3).



\*Los promedios con letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

**Figura 3.** Porcentaje de Fibra Cruda, Fibra Detergente Acido y Fibra Detergente Neutro.

**Fuente:** Autores.

Se evidenció que el T3 mostró valores más altos de FDA y FDN lo que difiere con lo obtenido por Herrera, et al., (2014) quienes reportan la disminución de FDN y FDA durante el periodo de fermentación del nopal forrajero con la presencia de levaduras y por Nkosi et al., (2015), quienes observaron la reducción de fibras y un aumento de proteínas en procesos de fermentación de papa inoculados con BAL. Por otra parte, se evidencio que el T1 obtuvo valores inferiores de FDA, lo que indica una mejora en la digestibilidad del alimento, debido a que están inversamente relacionadas (Adesogan et al., 2019).

Los porcentajes elevados de fibras, en el T3, pueden estar relacionados con un mayor consumo de carbohidratos durante el proceso de fermentación (Fonseca & Rodríguez, 2019), no obstante, Adesogan et al., (2019) indica que la inclusion de ingredientes con fibra vegetal

suele favorecer el contenido de FC y la digestibilidad, además de ser un factor importante en la prevención de trastornos metabólicos.

Sin embargo, entre el T3 y el T2 se presentó una disminución en el porcentaje de FC pasando de 70,5% a 40,7%, respectivamente, lo cual está asociado con la actividad de microorganismos, porque estos pueden utilizar la hemicelulosa y parte del nitrógeno que se encuentra asociado a la fibra como fuente de nutrientes para crecer en los sustratos, antes de degradar la lignina (Van Soest et al., 1991).

**Análisis microbiológico:** en la Tabla 2. se muestran los resultados microbiológicos del producto terminado seco y con incubación durante 48 horas.

**Tabla 2.** Análisis microbiológico de los bloques multinutricionales.

Análisis microbiológico	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3*
Aerobios Mesófilos (UFC/g)	21x10 <sup>2</sup>	30x10 <sup>3</sup>	80x10 <sup>2</sup>
Coliformes Fecales (NMP/g)	1100	<3	<3
Coliformes Totales (NMP/g)	>1100	23	<3
Esporas Clostridium sulfito reductor (UFC/g)	<10	<10	<10
Levaduras (UFC/g)	25x10 <sup>2</sup>	10x10 <sup>1</sup>	<10
Mohos (UFC/g)	60x10 <sup>1</sup>	18x10 <sup>2</sup>	10x10 <sup>1</sup>
Salmonella sp (A- P / 25g)	Ausencia /25g	Ausencia /25g	Ausencia/25g

\* Fermentación por 48 horas.

**Fuente:** Autores.

En el T3 la concentración de aerobios fue de 80 × 10<sup>2</sup> UFC/g, lo que concuerda con lo reportado por Borrás-Sandoval et al., (2014), debido a la presencia de bacilos aerobios esporulados. Aunque disminuyó el conteo de levaduras respecto al T2, no fueron tan afectadas, si se tiene en cuenta que necesitan menor actividad del agua que las bacterias; sin embargo, se evidencia que los niveles de levaduras y mohos en el T3 son inferiores a los reportados en el grupo de control (Tabla 2.)

Los mohos y las levaduras utilizan el metabolismo de los carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos para provocar el deterioro físico y químico de los alimentos, dando como resultado olores desagradables, cambios de sabor y color (Borbolla-Sala et al., 2004), además, son capaces de sintetizar metabolitos tóxicos resistentes al calor que pueden resistir sustancias químicas y radiación, lo que les brinda la capacidad de cambiar sustratos desfavorables y permite el crecimiento de bacterias patógenas.

Se observa la ausencia de patógenos como la Salmonella y Clostridium, y descenso en los conteos de coliformes totales en el T3 en relación con el T1 y T2. Esto es contrario a lo informado por Boucourt et al.,(2006), quienes

evidenciaron un aumento de los lactobacilos hasta niveles de 10<sup>-9</sup>, produciendo una disminución de Salmonella, aunque en valores inferiores a lo evidenciado en el presente estudio. Este comportamiento puede estar reflejado en dos condiciones ecológicas: la capacidad de algunas cepas de lactobacilos para producir, además del ácido láctico, otros compuestos inhibidores del crecimiento microbiano (Agudelo et al., 2015) y la temperatura del proceso fermentativo. Por otra parte, Díaz et al., (2014), aislaron y caracterizaron cepas de bacterias ácido lácticas a partir de preparados microbianos elaborados a base de residuos agroindustriales, como suero de leche, estiércol bovino y contenido ruminal, diseñados como inoculantes biológicos para procesos de ensilaje de residuales orgánicos post cosecha.

#### 4. CONCLUSIONES

Los bloques multinutricionales constituyen una alternativa viable para el aprovechamiento de materias primas locales, puesto que aportan de forma estratégica minerales, proteínas, energía y nitrógeno, además de tener la propiedad de conservarse por periodos razonables de tiempo, si son almacenados correctamente. El uso de excretas bovinas, un preparado microbiano a base de bacterias ácido lácticas y un proceso de

fermentación de 48 horas en bloques multinutricionales, mejora los parámetros nutricionales aumentando los niveles de proteína cruda, la estabilidad de otros nutrientes y la ausencia de patógenos potenciales.

### CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

**Primer autor:** metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización y escritura del documento. **Segundo autor:** metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización y escritura del documento. **Tercer autor:** metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización y escritura del documento

### AGRADECIMIENTOS

Los Autores agradecen la colaboración al Grupo de Investigación en Bioquímica y Nutrición Animal (GIBNA), a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a la Dirección de Investigaciones (DIN) y a la Escuela de posgrados de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Proyecto de investigación: "Evaluación de bloques multinutricionales con diferentes niveles de inclusión de bovinaza e inoculados con un preparado microbiano" asociado al proyecto SGI-UPTC 1893.

### LITERATURA CITADA

Adesogan, A. T., Arriola, K. G., Jiang, Y., Oyebade, A., Paula, E. M., Pech-Cervantes, A. A., & Vyas, D. (2019). Symposium review: Technologies for improving fiber utilization. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5726–5755. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15334>

Agudelo, N., Torres, M., Alvarez, C., & Vélez, L. (2015). Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas y su aplicación en la industria de alimentos. *Alimentos Hoy*, 23(36), 63–72.

Aguirre, L. A., Rodríguez, Z., Boucourt, R., Saca, V., Salazar, R., & Jiménez, M. (2018). Efecto del suero de leche en la fermentación en estado sólido de la pulpa de café (*Coffea arabica* L.) para uso en la alimentación de rumiantes. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(3), 303-312. <http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/811>

Barzallo-Bravo, L. A., Carrera-Villacrés, D., Vargas-Verdesoto, R. E., Ponce-Loaiza, L. K., Correoso, M., & Gavilanes-Quishpi, Á. P. (2019). Bio-digestion and post-treatment of effluents by bio-fermentation, an opportunity for energy uses and generation of organic fertilizers from bovine manure. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(4), 431-438. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0275-5>

Borbolla-Sala, Manuel E.; Vidal-Pérez, Ma. del Rosario; Piña-Gutiérrez, Olga E.; Ramírez-Messner, Isabel; Vidal-Vidal, Juan J. (2004). Contaminación de los alimentos por *Vibrio cholerae*, coliformes fecales, *Salmonella*, hongos, levaduras y *Staphylococcus aureus* en Tabasco durante 2003. *Salud en Tabasco*, 10(2), 221-232.

Borras-Sandoval, L., Iglesias, A., & Moyano-Bautista, M. (2014). Efecto de la temperatura y el tiempo sobre los indicadores de la papa (*Solanum tuberosum*) fermentada en estado sólido. *Revista Ciencia y Agricultura*, 11(2), 31-38. <https://doi.org/10.19053/01228420.3835>

Borras-Sandoval, L. M., Iglesias, A. E., & Saavedra-Montañez, G. F. (2015). Evaluación de la dinámica de conservación del producto final de un alimento obtenido por fermentación en estado sólido de la papa (Fes-papa). *Ciencia y Agricultura*, 12(1), 73-82. <https://doi.org/10.19053/01228420.4125>

Borras, L. M., Rodríguez, C. E., & Rodríguez, Á. (2017). Evaluation of calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) inclusion in solid-state kinetic fermentation of *Solanum tuberosum* postharvest waste. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 7-13. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.6145>

Borrás-Sandoval L.M., Valiño-Cabrera E.C., Rodríguez-Molano C.E. (2017). Preparado microbiano con actividad ácido láctica como acelerante biológico en los procesos de fermentación para alimento animal. *Revista Ciencia y Agricultura*, 14(1), 7-13. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n1.2017.6083>

Boucourt, R., Carrasco, E., López, A., Rodríguez, Z., & Gutiérrez, O. (2006). Microbiota aerobia en caña fermentada con excreta vacuna como alternativa alimentaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 40(3), 279-282. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017723003>

Brea-Maure, O., Elías-Iglesias, A., Ortiz-Milán, A., Motta-Ferreira, W., & Hechavarría-Riviaux, S. (2015). Efecto de la urea y del tiempo en la fermentación en estado sólido de la harina de frutos

- del árbol del pan (*Artocarpus altilis*). *Revista Ciencia y Agricultura*, 12(2), 91-101. <https://doi.org/10.19053/01228420.4395>
- Chavarro, D., Vélez, I., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (2017). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación. Documento de trabajo, 1(0). [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ctei\\_y\\_ods\\_-\\_documento\\_de\\_trabajo.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ctei_y_ods_-_documento_de_trabajo.pdf)
- Díaz, B., Elías, A. & Valiño, E., (2014). Consorcios microbianos con actividad ácido-láctica promisorios aislados desde inoculantes bacterianos nativos para ensilajes. *Revista Ciencia y Agricultura*, 11 (1), 17-25. <https://doi.org/10.19053/01228420.3484>
- Duarte, V. F., Magaña, C. A., & Rodríguez, G. F. (1996). Respuesta de toretes en engorda a la adición de tres niveles de pollinaza a dietas integrales. *Livestock Research for Rural Development*, 8(2), 87-92.
- Ferraretto, L. F., Fernandes, T., Silva Filho, W. I., Sultana, H., & Moriel, P. (2018). Dry matter loss, fermentation profile, and aerobic stability of wet brewers grains ensiled with various amounts of dry ground corn. *The Professional Animal Scientist*, 34(6), 642-648. <https://doi.org/10.15232/pas.2018-01761>
- Fonseca-López, D., & Rodríguez-Molano, C. E. (2019). Efecto de un inoculante microbiano sobre la calidad microbiológica y nutricional de ensilaje de *Morus alba* L. y *Sambucus nigra* L. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 93-101. <http://dx.doi.org/10.22335/rclct.v11i2.825>
- Haro, J. M., Hernández, J. L. D., Haro, I. M., Hernández, I. G., & Posadas, M. V. (2011). Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *Acta Universitaria*, 21(1), 11-16. <http://dx.doi.org/10.15174/au.2011.46>
- Herrera-Torres, E., Murillo, M., Berumen, L., Páez, J., & Villarreal, G. (2014). Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces marxianus* durante el tiempo de fermentación en la calidad nutritiva del nopal forrajero. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(1), 33-40.
- Huebner, K. L., Martin, J. N., Weissend, C. J., Holzer, K. L., Parker, J. K., Lakin, S. M. & Metcalf, J. L. (2019). Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on liver abscesses, fecal microbiome, and resistome in feedlot cattle raised without antibiotics. *Scientific Reports*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39181-7>
- IBM Corp. (2016). IBM SPSS Statistics para Windows, versión 24.0. Armonk, Nueva York: IBM Corp. <https://www.ibm.com/support/pages/how-cite-ibm-spss-statistics-or-earlier-versions-spss>
- Jamee, M., Kabir, A., Islam, S., Hossain, M., & Khan, M. (2020). Preparation of wastelage using poultry droppings with maize stover and its nutrient content as ruminant feed. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 48(2), 75-84. <https://doi.org/10.3329/bjas.v48i2.46759>
- Jump, D. (2001). The Biochemistry of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids\*210. *Journal of Biological Chemistry*, 61(15), 3-6. <https://doi.org/10.1074/jbc.R100062200>
- Melo-Camacho, E. P., Bermúdez-Loaiza, J. A., & Estrada-Álvarez, J. (2017). Ensilaje de naranjas enteras (*Citrus sinensis*) como suplemento para alimentación de rumiantes. *Veterinaria y Zootecnia*, 11(1), 24-36. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2017.11.1.3>
- Ngulde, Y. M., Yerima, I. & Mustapha, A. (2018). Evaluation of cow dung and goat pellets for production of biogas in university of maiduguri, north-eastern nigeria. *African Journal of Environment and Natural Science Research*, 1(1), 33-43.
- Nkosi, B., Meeske, R., Langaa, T., Motianga, M., Mutavhatsindia, T., Thomasa, R., Groenewald, I. & Baloyid, J. (2015). The influence of ensiling potato hash waste with enzyme/bacterial inoculant mixtures on the fermentation characteristics, aerobic stability and nutrient digestion of their resultant silages by rams. *Small Ruminant Research*, 127 28-35. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.04.013>
- Olukomaiya, O. O., Adiamo, O. Q., Fernando, W. C., Mereddy, R., Li, X., & Sultanbawa, Y. (2020). Effect of solid-state fermentation on proximate composition, anti-nutritional factor, microbiological and functional properties of lupin flour. *Food Chemistry*, 315, 126238. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126238>
- Perea, D. E. M., Guardia, M. M., Medina, H. H., & Hinestroza, L. I. (2013). Caracterización bromatológica de especies y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Colombia. *Acta Agronómica*, 62(4), 326-332. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/44302>

- Pulido-Suárez, N. J., Borrás-Sandoval, L. M., & Rodríguez-Molano, C. E. (2016). Elaboración de un alimento energético-proteico para animales, basado en residuos de cosecha de pera (*Pyrus communis*). *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 17(1), 2500–5308. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol17\\_num1\\_art:455](https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num1_art:455)
- Rodríguez-Molano, C. E., & Pulido-Suárez, N. J. (2018). Determinación del valor nutricional de bloques nutricionales con diferentes porcentajes de *Sambucus peruviana* y *Zea mays*. *Ciencia y Agricultura*, 15(1), 93-100. <https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n1.2018.7760>
- Rojas E. y Moreno J. (2019). *Implementación de suplementos multinutricionales para el ganado bovino* [Artículo en página web]. Recuperado el 9 de julio de 2020 de <https://www.elcampesino.co/implementacion-de-suplementos-multinutricionales-para-el-ganado-bovino/>
- Scholey, D., & Burton, E. (2019). Producing animal feed as a coproduct of biorefining. *Advanced Bioprocessing for Alternative Fuels, Biobased Chemicals, and Bioproducts: Technologies and Approaches for Scale-Up and Commercialization*, *Woodhead Publishing Series in Energy*, 249–264. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817941-3.00013-9>
- Tola-Paz, A. G., Loza-Murguía, M., Gutiérrez-González, D., Saavedra-Terán, V., Bustos-Fernández, F., Quispe-Valdez, R., & Gantier-Pacheco, M. (2015). Determinación del incremento de peso posdestete con bloques multinutricionales y ensilaje de cebada en Llamas (*Lama glama*, Linnaeus 1758) en el Centro Experimental Agropecuario Condoriri. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 2(1), 13-21. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2015.020100013>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Villegas-Cornelio, V. M., & Laines Canepa, J. R. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(2), 393-406. <http://dx.doi.org/10.29312/remexca.v8i2.59>
- Yasar, S., Tosun, R., & Sonmez, Z. (2020). Fungal fermentation inducing improved nutritional qualities associated with altered secondary protein structure of soybean meal determined by FTIR spectroscopy. *Measurement*, 161, 107895. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.107895>

**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-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.