






Calidad del Ensilaje de *Megathyrus maximus* Enriquecido con Harina de Maíz e Inoculación Microbiana

Quality of *Megathyrus maximus* Silage Enriched with Maize Flour and Microbial Inoculation

 Roxanna Palma^{1*},  Myriam Elizabeth Zambrano-Mendoza²,  Alisson Mishelle Cedeño-Espinoza²,
 Yomaira Aracely Pérez-Zambonino¹,  María Isabel Balcázar-Almeida³

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

³ Unidad Educativa Vicente Ana Aguirre, Ecuador

Recibido: 11 de noviembre de 2025. **Aceptado:** 14 de enero de 2026. **Publicado en línea:** 7 de febrero de 2026

*Autor de correspondencia: rpalma@uteq.edu.ec

Resumen

Justificación: En condiciones tropicales, las limitaciones fermentativas del forraje pueden comprometer la calidad del ensilaje, por lo que se requieren estrategias que optimicen su estabilidad y composición nutricional. **Objetivo:** Por ello, se evaluó el efecto de tres niveles de inclusión de harina de maíz sobre la calidad bromatológica y fermentativa del ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq., bajo condiciones de adición de melaza e inoculación con bacterias ácido lácticas. **Metodología:** Se empleó un diseño experimental con cuatro tratamientos en microsilos (2 kg de forraje), adicionando 6 % de melaza y 0,6 ml de Silobacter® por tonelada de materia fresca. Tres tratamientos incorporaron harina de maíz en niveles de 10, 15 y 20 %, mientras que el cuarto correspondió al testigo sin inclusión. Tras 35 días de fermentación se determinaron pH, fibra bruta, proteína bruta, extracto etéreo, extracto libre no nitrogenado y cenizas. **Resultados:** El tratamiento con 15 % de harina de maíz presentó el pH más bajo y el mayor contenido de proteína bruta, mientras que la inclusión del 20 % incrementó significativamente el extracto libre no nitrogenado; el tratamiento testigo registró mayores valores de fibra bruta y cenizas. **Conclusión:** La adición de harina de maíz y bacterias ácido lácticas mejoró el proceso fermentativo y la calidad nutricional del ensilaje, destacándose los tratamientos con 15 y 20 % de inclusión.

Palabras clave: bacterias ácido lácticas, fermentación, rumiantes, silo, suplemento.

Abstract

Justification: Under tropical conditions, fermentative limitations of forage may compromise silage quality; therefore, strategies are required to optimize its stability and nutritional composition. **Objective:** Accordingly, the effect of three inclusion levels of corn meal on the bromatological and fermentative quality of *Megathyrus maximus* Jacq. silage was evaluated under conditions of molasses addition and lactic acid bacteria inoculation. **Methodology:** An experimental design with four treatments was conducted using microsilos (2 kg of forage), adding 6% molasses and 0.6 mL of Silobacter® per ton of fresh matter. Three treatments included corn meal at 10, 15, and 20%, while the fourth served as a control without inclusion. After 35 days of fermentation, pH, crude fiber, crude protein, ether extract, nitrogen-free extract, and ash were determined. **Results:** The 15% corn meal treatment showed the lowest pH and highest crude protein content, whereas the 20% inclusion significantly increased nitrogen-free extract; the control treatment recorded higher crude fiber and ash values. **Conclusion:** The addition of corn meal and lactic acid bacteria improved the fermentative process and the nutritional quality of the silage, with the 15% and 20% inclusion levels showing the most favorable responses.

Keywords: lactic acid bacteria, fermentation, ruminants, silo, supplement.

Cita: Palma, R., Zambrano-Mendoza, M. E., Cedeño-Espinoza, A. M., Pérez-Zambonino, Y. A., & Balcázar-Almeida, M. I. (2026). Calidad del Ensilaje de *Megathyrus maximus* Enriquecido con Harina de Maíz e Inoculación Microbiana. *Erevna Research Reports*, 4(1), e2026009. <https://doi.org/10.70171/5naxv275>



INTRODUCCIÓN

La ganadería tropical se sustenta principalmente en el aprovechamiento de gramíneas forrajeras que constituyen la base alimenticia de los sistemas pecuarios (Godina-Rodríguez et al., 2025). No obstante, la productividad y persistencia de estas especies están condicionadas por la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua y el manejo agronómico, factores que no siempre se presentan de manera óptima en las unidades de producción (Cevallos-López et al., 2025). A ello se suma la marcada estacionalidad climática de las regiones tropicales, que provoca variaciones en la oferta y calidad del forraje a lo largo del año.

En este contexto, *Megathyrsus maximus* Jacq. se ha consolidado como una de las gramíneas de mayor relevancia en sistemas ganaderos tropicales debido a su adaptación ambiental, elevada producción de materia seca y adecuada aceptación por parte del ganado (Patino-Pardo et al., 2022). Su introducción y evaluación en programas de mejoramiento forrajero ampliaron la disponibilidad de materiales con alto potencial productivo. Sin embargo, aun cuando esta especie presenta altos rendimientos en condiciones favorables, su producción y valor nutritivo disminuyen durante la época seca, lo que compromete la continuidad en el suministro de nutrientes para los rumiantes (Núñez-Delgado et al., 2019).

La necesidad de mitigar estas fluctuaciones estacionales ha impulsado la adopción de estrategias de conservación de forrajes, entre las cuales el ensilaje ocupa un lugar relevante. Esta técnica permite almacenar excedentes producidos en época lluviosa y garantizar su disponibilidad en periodos de escasez, contribuyendo a estabilizar la alimentación del hato. Diversas especies forrajeras se destinan a este propósito, predominando las gramíneas (Delgado et al., 2024), y su implementación se ha asociado con mejoras en los indicadores productivos de carne y leche (Caicedo et al., 2019; Encalada et al., 2017).

No obstante, la eficiencia del proceso fermentativo en gramíneas tropicales depende del contenido de materia seca, la concentración de carbohidratos solubles y la dinámica microbiana del material ensilado. La baja disponibilidad de azúcares fermentables y la elevada capacidad tampón características de estos forrajes pueden limitar la rápida reducción del pH, afectar la producción de ácido láctico y comprometer la estabilidad y composición bromatológica del ensilaje (Macay-Anchundia et al., 2023). En el caso específico de *M. maximus*, se han reportado variaciones en el perfil de ácidos orgánicos durante el almacenamiento, lo que evidencia la influencia del contenido de materia seca y del tiempo de conservación sobre la calidad final (Do Amaral et al., 2025).

Ante estas limitaciones, el uso de aditivos se ha incorporado como una alternativa para mejorar la dinámica fermentativa del ensilaje. La adición de fuentes energéticas con carbohidratos fácilmente fermentables incrementa la disponibilidad de sustrato para las bacterias ácido lácticas, favoreciendo una mayor producción de ácido láctico y una reducción más eficiente del pH. Entre estos aditivos, la harina de maíz representa una opción de interés debido a su aporte energético y su potencial para mejorar tanto el proceso fermentativo como el valor nutricional del material ensilado (Pérez-Bautista et al., 2025; Delgado et al., 2024).

De manera complementaria, la inoculación con bacterias ácido lácticas permite dirigir la fermentación hacia rutas metabólicas más eficientes, limitar el desarrollo de microorganismos indeseables y reducir pérdidas de materia seca y nutrientes durante el almacenamiento. La interacción

entre niveles de inclusión de harina de maíz e inoculación microbiana podría modificar de manera significativa la calidad fermentativa y bromatológica del ensilaje; sin embargo, la información disponible en condiciones tropicales es limitada (Macay et al., 2023). La ausencia de evaluaciones comparativas dificulta la formulación de recomendaciones técnicas orientadas a optimizar la calidad del ensilaje de *Megathyrsus maximus*.

En este marco, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de harina de maíz sobre la calidad bromatológica y fermentativa del ensilaje de *Megathyrsus maximus* Jacq., bajo condiciones de adición de melaza e inoculación con bacterias ácido lácticas.

METODOLOGÍA

Ubicación del Estudio

La investigación se desarrolló en el marco del Proyecto de Mejora Productiva y Ganadería Regenerativa con Rumiantes Menores Tropicales, ejecutado en los predios de la Granja Experimental Río Suma, adscrita a la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. El área experimental se ubicó geográficamente a una latitud de 0°15' S y una longitud de 79°26' O, en una zona de clima tropical húmedo, representativa de los sistemas ganaderos de la región.

Manejo del Pastizal

Previo al establecimiento del ensayo, se realizó un análisis químico de suelo con el objetivo de evaluar el estado nutricional del pastizal y definir los requerimientos de fertilización. Los resultados del análisis evidenciaron contenidos aceptables de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), lo que permitió establecer un esquema de fertilización complementaria orientado a estimular el crecimiento vegetativo del forraje y asegurar la homogeneidad del material vegetal destinado al ensilaje.

Con base en estos resultados, se aplicó un fertilizante químico soluble, cuya dosis total correspondió a 100 kg ha⁻¹, equivalente a 10 g m⁻², la cual se fraccionó en tres aplicaciones con el fin de mejorar la eficiencia de absorción de nutrientes. Las aplicaciones se realizaron a los 7, 14 y 21 días posteriores al corte de igualación, utilizando la técnica de drench, mediante la disolución del fertilizante en agua y su aplicación directa en la base del macollo.

Previo al período de crecimiento, se efectuó un corte de igualación a 15 cm sobre el nivel del suelo. El pastizal correspondió a un sistema monocultivo de *Megathyrsus maximus*, previamente establecido, con una edad superior a un año y una cobertura vegetal uniforme, lo que garantizó condiciones homogéneas de crecimiento y desarrollo.

El crecimiento del pasto se monitoreó hasta la fase previa a la floración, momento en el cual se realizó el corte de aprovechamiento, el picado del material vegetal y el posterior llenado de los microsilos, a los 39 días después del corte de igualación. Este período se prolongó debido a la ausencia de riego y a condiciones de estrés hídrico moderado durante el desarrollo del cultivo.

Elaboración y Manejo de Microsilos

Previo al proceso de ensilaje, se determinó el contenido de materia seca del forraje fresco con el fin

de caracterizar el material vegetal y verificar condiciones adecuadas de humedad para la fermentación. El forraje fue cosechado a los 39 días posteriores al corte de igualación, picado a un tamaño aproximado de 2 cm y utilizado inmediatamente para la elaboración de los microsilos.

Para la confección de los microsilos se emplearon tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro, sellados en uno de sus extremos mediante silicona y cinta de embalaje, garantizando condiciones anaeróbicas. Cada microsililo fue llenado con 2 kg de forraje fresco, el cual fue mezclado homogéneamente con los aditivos correspondientes (harina de maíz, melaza e inoculante microbiano a base de bacterias ácido lácticas), siguiendo la metodología de Villa et al., (2010).

El inoculante microbiano fue aplicado a una dosis de 0,06 mL kg⁻¹ de forraje fresco, lo que correspondió a 0,12 mL por microsililo, previamente diluido en agua para facilitar su distribución uniforme durante el mezclado del material vegetal (Delgado et al., 2024). Durante el llenado, el forraje fue compactado manualmente, aplicando presión constante para reducir la presencia de oxígeno y asegurar una densidad homogénea del ensilaje entre las unidades experimentales.

Una vez completado el llenado, los microsilos fueron sellados herméticamente, identificados y etiquetados, conforme a lo señalado por Mühlbach, (2001) y almacenados durante un período de fermentación de 35 días en un ambiente fresco y seco, sin exposición directa a la luz solar.

Transcurrido el período de fermentación, cada microsililo fue abierto y se recolectó una muestra representativa de 100 g, la cual se colocó en bolsas tipo ziplock previamente identificadas para su posterior análisis. Las determinaciones bromatológicas incluyeron materia seca, proteína bruta, fibra bruta, extracto etéreo, extracto libre no nitrogenado, cenizas y pH. Los análisis se realizaron en un laboratorio especializado.

Para la confección de los microsilos se utilizaron tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro, sellados en uno de sus extremos con silicona y cinta de embalaje. El material forrajero cosechado se picó a un tamaño aproximado de 2 cm y se mezcló homogéneamente con los aditivos correspondientes a cada tratamiento (harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas), hasta completar 2 kg de forraje por microsililo, siguiendo la metodología descrita por Caicedo et al., (2019). Posteriormente, se selló el extremo superior y los microsilos fueron debidamente identificados y etiquetados conforme a lo señalado por Mühlbach (2016).

Los microsilos se almacenaron durante un periodo de fermentación de 35 días en un ambiente fresco y seco. Transcurrido este tiempo, se procedió a la apertura de cada unidad experimental y se recolectó una muestra de 100 g, la cual se colocó en bolsas tipo ziplock previamente identificadas para su posterior análisis en laboratorio. Se evaluaron las variables bromatológicas: fibra bruta, proteína bruta, extracto etéreo, extracto libre no nitrogenado, cenizas, materia seca y pH.

Tratamientos y Repeticiones

El experimento se estructuró bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, conformando un total de 20 unidades experimentales. Cada microsililo contuvo 2 kg de forraje y se aplicó el inoculante microbiano en una dosis equivalente a 0,6 ml de Silobacter® por tonelada de materia fresca. La descripción de los tratamientos se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos Experimentales

Tratamiento	Descripción	Niveles de harina de maíz
Testigo	Silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.	Sin harina de maíz
T1	Silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.	10 % harina de maíz
T2	Silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.	15 % harina de maíz
T3	Silo de <i>Megathyrus maximus</i> Jacq.	20 % harina de maíz

Análisis Estadístico

El experimento se estructuró bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) de un solo factor, conformado por cuatro tratamientos y cinco repeticiones, lo que dio lugar a un total de 20 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron materia seca, proteína bruta, fibra bruta, extracto etéreo, extracto libre no nitrogenado, cenizas y pH. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), previa verificación de los supuestos de normalidad de los residuos y homogeneidad de varianzas. Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. El procesamiento estadístico de la información se realizó utilizando el software estadístico R, empleando funciones estándar para el análisis de diseños experimentales completamente al azar.

RESULTADOS

Potencial de Hidrógeno (pH) y Materia Seca (MS)

A los 35 días de fermentación se observaron diferencias significativas en el pH del ensilaje entre los niveles de inclusión de harina de maíz. El tratamiento con 15 % de harina de maíz (T2) presentó el menor valor de pH, mientras que el tratamiento sin inclusión de maíz (T4) mostró el valor más elevado. En cuanto a la materia seca, la inclusión de harina de maíz incrementó su contenido respecto al tratamiento sin maíz, destacándose T2 con un valor significativamente mayor. Estos resultados evidencian que el nivel de inclusión de harina de maíz influye sobre el comportamiento fermentativo y el contenido de materia seca del ensilaje, sin observarse una respuesta lineal al aumento del nivel de inclusión.

Tabla 2. Efecto de los niveles de harina de maíz sobre el pH y la materia seca (MS) del ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq.

Tratamientos	pH	MS
T1 (harina de maíz 10 %)	4,22 a	21,25 b
T2 (harina de maíz 15 %)	3,91 b	27,63 a
T3 (harina de maíz 20 %)	4,25 b	25,09 a
T4 (sin harina de maíz)	4,31 a	19,73 b
Valor P	0,0001	0,0023
CV (%)	4,56	3,12

Nota: Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas ($\alpha = 0,0131$) con la prueba de Tukey.

Extracto Libre No Nitrogenado (ELNN), Proteína Cruda (PC) y Fibra Cruda (FC)

Los resultados evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para el extracto libre no nitrogenado, la proteína y la fibra crudas ($p < 0,05$) (Tabla 3). El mayor contenido de ELNN se registró en el tratamiento con 20 % de harina de maíz (T3), diferenciándose significativamente del tratamiento testigo (T4), que presentó el valor más bajo, mientras que T2 mostró un comportamiento intermedio. En cuanto a la proteína cruda, los tratamientos con 10 y 15 % de harina de maíz (T1 y T2) alcanzaron las mayores concentraciones, sin diferencias estadísticas entre ellos, y superaron al tratamiento sin harina de maíz (T4). Respecto a la fibra cruda, el tratamiento testigo (T4) presentó la mayor media, diferenciándose significativamente de los tratamientos con inclusión de harina de maíz, siendo T1 el que registró el menor valor. Estos resultados indicaron que la adición de harina de maíz favoreció el incremento de los componentes energéticos y proteicos del ensilaje, al tiempo que contribuyó a la reducción del contenido de fibra cruda.

Tabla 3. Composición Bromatológica del Ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq. Según Niveles de Harina de Maíz

Tratamientos	E.LN.N	Proteína Cruda (PC)	Fibra Cruda (FC)
T1 (harina de maíz 10 %)	36,23 b	11,31 a	28,48 bc
T2 (harina de maíz 15 %)	38,07 ab	12,00 a	31,01 b
T3 (harina de maíz 20 %)	39,37 a	11,72 ab	33,07 b
T4 (sin harina de maíz)	32,79 c	10,01 b	37,53 a
Valor P	0,0001	0,0003	0,032
CV (%)	2,18	4,89	2,73

Nota: Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas con la prueba de Tukey.

Ceniza y extracto etéreo (E.E.)

El análisis de varianza ($p < 0,05$) mostró que la inclusión de harina de maíz influyó significativamente en el contenido de extracto etéreo (E.E.) y de ceniza del ensilaje de *M. maximus*. Para E.E., los tratamientos T2 y T3 mostraron los valores más altos, mientras que T4 exhibió el más bajo. Respecto al contenido de ceniza, el tratamiento testigo T4 (sin harina de maíz) alcanzó la mayor concentración diferenciándose de los tratamientos con harina de maíz, los cuales mostraron valores intermedios y sin diferencias significativas entre sí. Estos resultados indican que la adición de harina de maíz al ensilaje favorece el incremento del extracto etéreo, mientras que reduce ligeramente el contenido de ceniza.

Tabla 4. Extracto Etéreo y Cenizas del Ensilaje de *Megathyrus maximus* Jacq. Según Niveles de Harina de Maíz.

Tratamientos	E.E.	Ceniza
T1 (harina de maíz 10 %)	8,01 ab	11,78 ab
T2 (harina de maíz 15 %)	8,62 a	11,54 ab
T3 (harina de maíz 20 %)	8,72 a	11,54 ab
T4 (sin harina de maíz)	7,08 b	12,78 a
Valor P	0,0306	0,0001
CV (%)	2,99	1,34

Nota: Las medias con letras distintas indican diferencias mínimas significativas con la prueba de Tukey.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron que los distintos niveles de inclusión de harina de maíz, en combinación con melaza e inoculación microbiana, se asociaron con cambios en la dinámica fermentativa y en la composición bromatológica del ensilaje de *Megathyrus maximus*. Estas variaciones evidenciaron que la respuesta del ensilaje no siguió un patrón proporcional al incremento del aditivo, lo que sugiere una interacción compleja entre la disponibilidad de sustratos fermentables, las características del forraje y las condiciones del proceso fermentativo.

En relación con el potencial de hidrógeno (pH), los tratamientos con inclusión de harina de maíz mostraron valores diferenciados respecto al tratamiento sin adición, lo que indicó que la incorporación de este aditivo estuvo asociada con modificaciones en la dinámica fermentativa. Montenegro (2019), señaló que niveles elevados de inclusión de maíz molido pueden asociarse con incrementos en el pH del ensilaje de *Megathyrus maximus*, mientras que Villa et al. (2010), indicaron que ensilajes de adecuada calidad presentan valores de pH inferiores a 4, condición que favorece la estabilidad fermentativa y limita el desarrollo de microorganismos indeseables. En el presente estudio, a pesar de las variaciones observadas en pH, no se evidenció deterioro fermentativo ni presencia de microorganismos patógenos en los microsilos evaluados. Resultados similares fueron reportados por Avellaneda-Avellaneda et al. (2023) en ensilajes de pasto Kikuyo con adición de maíz molido, quienes observaron que el pH del ensilaje varió en función del estado del forraje y del nivel de inclusión del aditivo, destacando que el oreo previo y la humedad inicial del material vegetal influyen significativamente en la respuesta fermentativa.

Respecto al contenido de materia seca, los resultados indicaron diferencias entre tratamientos, asociadas a la inclusión de harina de maíz. Rodríguez-Ortega et al. (2024), establecieron que un contenido mínimo adecuado de materia seca para ensilajes de *Megathyrus maximus* contribuye a reducir la generación de efluentes, mientras que Boschini-Figueroa et al., (2014). advirtieron que combinaciones de baja materia seca y pH moderado pueden favorecer el desarrollo de bacterias del género *Clostridium*. No obstante, en el presente estudio no se observaron características sensoriales asociadas a fermentaciones indeseables, lo que sugiere que las condiciones del proceso fueron adecuadas. De acuerdo con Rodríguez-Ortega et al. (2024), los rangos óptimos de materia seca para ensilajes de calidad se sitúan en valores intermedios, lo que coincide parcialmente con los resultados obtenidos.

En cuanto a la proteína cruda, los resultados mostraron variaciones asociadas al nivel de inclusión de harina de maíz. Patino-Pardo et al. (2022), reportaron incrementos en el contenido proteico en ensilajes de *Megathyrus maximus* al combinar melaza, inoculantes y maíz molido, aunque señalaron que los incrementos más pronunciados se presentaron con niveles intermedios del aditivo. En contraste, en el presente estudio se observaron valores más favorables con niveles superiores de inclusión, lo que sugiere un comportamiento dependiente del tipo de forraje, del manejo previo y de las condiciones específicas del proceso fermentativo. Resultados similares fueron discutidos por Boschini-Figueroa et al. (2014), quienes señalaron que la incorporación de aditivos energéticos puede generar efectos de dilución o concentración de la proteína, dependiendo de la composición inicial del forraje.

En relación con el extracto libre no nitrogenado (ELNN) Pineda-Cordero et al. (2016), indicaron que su variación está estrechamente relacionada con el tiempo de fermentación y con la disponibilidad de

carbohidratos fermentables, lo que podría explicar las diferencias observadas entre tratamientos en el presente estudio. Estos autores destacaron que los cambios en el ELNN no responden exclusivamente al nivel del aditivo, sino a la interacción entre fermentación, tiempo y características del material ensilado.

Respecto a la fibra cruda, los resultados mostraron una disminución asociada al aumento en la inclusión de harina de maíz. Derichs et al. (2021), señalaron que el contenido de fibra en ensilajes de *Megathyrus maximus* está fuertemente influenciado por el estado de madurez del forraje, mientras que Munguía y Pantaleón (2016) observaron reducciones en la fracción fibrosa con mayores proporciones de maíz molido. Este comportamiento fue consistente con lo observado en el presente estudio, lo que sugiere que la inclusión de harina de maíz modifica la proporción relativa de la fracción fibrosa del ensilaje.

Finalmente, las variaciones observadas en cenizas y extracto etéreo difirieron parcialmente de los resultados reportados por Do Amaral et al. (2025), quienes señalaron incrementos progresivos de la fracción mineral asociados a la edad del forraje. Estas diferencias podrían atribuirse a factores como la variabilidad genética del material vegetal, las prácticas de manejo agronómico y las condiciones específicas del proceso fermentativo, tal como lo señalaron Macay et al. (2023). En conjunto, los resultados del este estudio evidencian que la inclusión de harina de maíz, melaza e inoculación microbiana se asoció con mejoras en la calidad bromatológica del ensilaje de *Megathyrus maximus*, sin asumir una respuesta lineal ni una causalidad directa.

CONCLUSIÓN

La inclusión de harina de maíz favoreció la reducción del pH y la mejora del proceso fermentativo, contribuyendo a la estabilidad del ensilaje y a la inhibición de microorganismos indeseables. Asimismo, los tratamientos con mayores niveles de inclusión de harina de maíz presentaron incrementos en la materia seca, el extracto libre no nitrogenado y el extracto etéreo, lo que reflejó una mejora en la fracción energética del forraje conservado.

Implicaciones y Limitaciones

Los resultados mostraron que la adición de harina de maíz, melaza y bacterias ácido lácticas mejoró la calidad bromatológica del ensilaje de *Megathyrus maximus*. Esta estrategia constituye una alternativa práctica para optimizar la conservación de forrajes y el aporte energético en sistemas ganaderos tropicales.

El estudio se desarrolló en microsilos, lo que puede limitar la extrapolación de los resultados a condiciones comerciales. No se evaluó la respuesta productiva de los rumiantes ni el consumo del ensilaje obtenido. Futuras investigaciones deberían validar estos resultados a mayor escala.

Contribuciones

Palma, Zambrano-Mendoza, Cedeño-Espinoza, Pérez-Zambonino y Balcázar-Almeida: participamos en el diseño de la investigación, administración del proyecto, análisis e interpretación formal de datos, redacción manuscrita y revisión final del manuscrito. Toma de datos, revisión de la bibliografía y redacción manuscrito. Hemos leído y aprobado la versión final del manuscrito, así mismo estamos de acuerdo con la responsabilidad de todos los aspectos del trabajo presentado.

Conflicto de Interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés en relación con el trabajo presentado en este informe.

Uso de Inteligencia Artificial

No se usaron tecnologías de inteligencia artificial ni herramientas asistidas por IA para el desarrollo de este trabajo.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Avellaneda-Avellaneda, Y., Castillo-Sierra, J., Mancipe-Muñoz, E. A., & Vargas-Martínez, J. D. J. (2023). Factores que afectan la calidad del ensilaje de pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*). *Agronomía Mesoamericana*, 34(3). <http://dx.doi.org/10.15517/am.2023.53394>
- Boschini-Figueroa, C., Pineda-Cordero, L., & Chacón-Hernández, P. (2014). Evaluación del ensilaje del pasto ratana (*Ischaemum indicum* Houtt.) con tres diferentes aditivos. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 297-311. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v25n2/a08v25n2.pdf>
- Caicedo, W. O., Moyano, J. C., Valle, S. B., Díaz, L. A., & Caicedo, M. E. (2019). Calidad fermentativa de ensilajes líquidos de chontaduro (*Bactris gasipaes*) tratados con yogur natural, suero de leche y melaza. *Rev Inv Vet Perú*, 30(1), 167-177. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15672>
- Cevallos López, V. C., Macay Anchundia, M. Ángel, Vera Valderrama, J. F., & Vera Arteaga, A. M. (2025). Impacto de la fertilización orgánica comercial y artesanal en el comportamiento y rentabilidad del forraje pennisetum sp: Impact of commercial and artisanal organic fertilization on the behavior and profitability of pennisetum sp. forage. *Suplemento CICA Multidisciplinario*, 9(020), 424–437. <https://doi.org/10.56124/scicam.v9i20.015>
- Delgado, O. S., Fernández, R. D. R., Zambrano, C. A., & Cedeño, X. C. Z. (2024). Bromatología del ensilaje de *Arachis pintoï* y *Megathyrsus maximums* cv mombaza. *Revista ESPAMCIENCIA*, 15(1), 29-33. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v15i1.470
- Derichs, K., Mosquera, J., Ron-Garrido, L. J., Puga-Torres, B., & De La Cueva, F. (2021). Intervalos de corte de pasto Saboya (*Panicum maximum* Jacq.), sobre rendimiento de materia seca y composición química de su ensilaje. *Siembra*, 8(2), e2506. <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2506>
- Do Amaral, R. M., Vega-Cabezas, E. Y., Molina-Santana, D. S., & Rodrigues-Reis, C. E. (2025). Fermentation parameters of guinea grass silage (*Megathyrsus maximus*) cv. BRS Zuri harvested at different times during the day. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 13(1), 58-67. [https://doi.org/10.17138/tgft\(13\)58-67](https://doi.org/10.17138/tgft(13)58-67)
- Encalada, M., Fernández, P., Jumbo, N., & Quichimbo, A. (2017). Ensilaje de pulpa de café con la aplicación de aditivos en el cantón Loja. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), Article 2. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/322>
- Godina-Rodríguez, J. E., Garay-Martínez, J. R., Orzuna-Orzuna, J. F., Limas-Martínez, A. G., Quintanilla-Medina, J. J., & Joaquín-Cancino, S. (2025). Rendimiento y calidad de forraje y ensilado de pasto Mavuno mezclado con subproductos agroindustriales. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 12(1). <https://doi.org/10.19136/era.a12n1.4063>

- Macay, M. A., Moreira, A. A. C., Mendoza, M. E. Z., & Vera, J. V. I. (2023). Uso de Raquis de Plátano (*Musa AAB*) para la Producción de Ensilaje Como Estrategia de Economía Circular. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 4848-4862. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8074
- Macay-Anchundia, M. A., Barreto-Moreira, F. D., Andrade-Mendoza, D. Y., & Pérez-Zambonino, Y. A. (2025). Desempeño Productivo de Ovinos Tropicales Alimentados con Ensilaje de King Grass y Suplementación con *Tithonia diversifolia*, *Pueraria phaseoloides* y *Gliricidia sepium*. *Erevna Research Reports*, 3(2), e2025014. <https://doi.org/10.70171/q82x0f16>
- Montenegro, V. (2019). *Características de fermentación y nutritivas de ensilajes de forrajes tropicales con diferentes niveles de inclusión de subproductos agroindustriales*. [Doctorado en recursos naturales y gestión sostenible]. Universidad de Córdoba.
- Mühlbach, P. R. (2001). Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales. *Estudio FAO: Produccion y Proteccion Vegetal (FAO)*, (161).
- Núñez Delgado, J., Ñaupari Vásquez, J., & Flores Mariazza, E. (2019). Comportamiento nutricional y perfil alimentario de la producción lechera en pastos cultivados (*Panicum maximum* Jacq). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 178-192. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15681>
- Patino-Pardo, R. M., Benítez-Ríos, Y. J., & Valdés-Vargas, E. D. (2022). Ensilados de *Megathyrsus maximus*: Efecto del horario de corte y de la inoculación microbiana. *Revista MVZ Córdoba*, 27(3). <https://doi.org/10.21897/rmvz.2654>
- Pérez-Bautista, J. D. J., Lee-Rangel, H. A., Álvarez-Fuentes, G., & Martínez-Martínez, R. (2025). Ensilado biológico de desechos avícolas: Una alternativa proteica en la alimentación en pequeños rumiantes. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 12(3). <https://doi.org/10.19136/era.a12n3.4107>
- Pineda Cordero, L., Chacón Hernández, P., & Boschini Figueroa, C. (2016). Evaluación de la calidad del ensilado de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) mezclado con tres diferentes aditivos. *Agronomía Costarricense*, 40(1), 11-27. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v42i1.32195>
- Rodríguez-Ortega, L. T., Landa-Salgado, P., Velázquez-Martínez, M., Hernández Martínez, R., Mendoza-Pedroza, S. I., Hernández-Guzmán, F. J., & Hernández-Reséndiz, E. J. (2024). Rendimiento de forraje, grano y calidad de ensilado de maíces híbridos en el Valle de Tulancingo, México. *Revista fitotecnica mexicana*, 47(4), 349-358. <https://doi.org/10.35196/rfm.2024.4.349>
- Villa, A. F., Meléndez, A. P., Carulla, J. E., Pabón, M. L., & Cárdenas, E. A. (2010). Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(1), 65-77. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.324531>