



Uso de aditivos naturales sobre características nutricionales y organolépticas del ensilado de sorgo forrajero *Sorghum bicolor*¹

Use of natural additives on nutritional and organoleptic characteristics of forage sorghum silage *Sorghum bicolor*

Utilização de aditivos naturais nas características nutricionais e organolépticas da silagem de sorgo forrageiro *Sorghum bicolor*

Jonás Ramirez² Osvaldo Sánchez^{3*} Eduardo Espinola⁴ Verónica Silva⁵

2. Egresado, Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. correo electrónico: jonas.ramirez@fcpunk.edu.py – Código ORCID: 0009-0009-0412-7408
3. Profesor, Tutor de Tesis, Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. Correo electrónico. osvaldo.sanchez@fcpunk.edu.py – Código ORCID: 0009-0006-4232-2827
4. Profesor, Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. Correo electrónico. eduardo.espinola@fcpunk.edu.py – Código ORCID: 0009-0004-9343-7881
5. Profesor, Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. Correo electrónico. veronica.silva@fcpunk.edu.py – Código ORCID: 0009-0002-0984-3998

RESUMEN

En la producción de ensilados algunos productos naturales como la melaza y subproductos lácteos pueden ayudar a mejorar los procesos fermentativos. Este trabajo se llevó a cabo en el distrito de Curuguaty, departamento de Canindeyú con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de diferentes aditivos naturales sobre características nutricionales y organolépticas del ensilado de sorgo forrajero *Sorghum bicolor*. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales, siendo cada unidad experimental microsilos de PVC. Los tratamientos aplicados: T1 (Testigo sin aditivo), T2 (Melaza concentración al 3%), T3 (Suero de leche al 2%), T4 (Yogur natural al 1%). Las variables analizadas fueron: pH, MS (materia seca), PB (proteína bruta), FDN (fibra detergente neutro) y FDA (Fibra detergente ácida) y características organolépticas (olor, color y textura). Los datos fueron analizados mediante la prueba ANAVA y comparación de medias se realizó con el test de Tukey al 5% de probabilidad de error, las variables organolépticas fueron analizadas mediante la prueba Chi². Los resultados reportaron diferencias estadísticas significativas (pH, MS, PB, FDN y FDA) para el pH presentó menor nivel en el T2 y T1, para la MS, el T2 obtuvo mayor porcentaje (28,13%), en cuanto al contenido de PB se obtuvieron mayores medias en el T3 y T4 con 5,21% y 5,39% respectivamente, para la FDN los tratamientos T1 y T2 con valores de 53,9 % y 53,2% respectivamente reportaron los mejores resultados, para la FDA en el T2 con 35% se observó el mejor resultado, para las variables organolépticas únicamente se encontró asociación

¹ Este artículo se deriva de la investigación de la tesis de grado titulada ' Efecto de diferentes aditivos sobre algunas características nutricionales y organolépticas del ensilado de sorgo forrajero *Sorghum bicolor*.', presentada en la Facultad de Ciencias de la Producción Universidad Nacional de Caaguazú

significativa en la variable de olor, presentando mayor calidad el T3.

Palabras Claves: nutrientes; micro silo; aplicación; forraje

ABSTRACT

In silage production, some natural products such as molasses and dairy by-products can help to improve fermentation processes. This work was carried out in the district of Curuguaty, department of Canindeyú with the objective of evaluating the effect of the application of different natural additives on the nutritional and organoleptic characteristics of the silage of forage sorghum *Sorghum bicolor*. The experimental design was completely randomized with four treatments and five replications, totaling 20 experimental units, each experimental unit being microsilos of PVC. The treatments applied were: T1 (Control without additive), T2 (3% molasses concentration), T3 (2% buttermilk), T4 (1% natural yogurt). The variables analyzed were: pH, DM (dry matter), PB (crude protein), NDF (neutral detergent fiber)

Recibido: 12/05/2025 Aprobado: 10/07/2025 Publicado: 01/08/2025

and FDA (acid detergent fiber) and organoleptic characteristics (odor, color and texture). The data were analyzed using the ANOVA test and comparison of means was performed with Tukey's test at 5% probability of error; the organoleptic variables were analyzed using the Chi² test. The results reported significant statistical differences (pH, DM, PB, NDF and FDA) for pH presented lower levels in T2 and T1; for DM, T2 obtained a higher percentage (28.13%); for PB content, higher averages were obtained in T3 and T4 with 5.21 and 5.39%, respectively, For NDF, treatments T1 and T2 with values of 53.9% and 53.2%, respectively, reported the best results; for FDF, the best result was observed in T2 with 35%; for the organoleptic variables, a significant association was found only in the odor variable, with T3 presenting higher quality.

Keywords: nutrients; micro silo; application; forage

RESUMO

Na produção de silagem, alguns produtos naturais, como melaço e subprodutos de laticínios, podem ajudar a melhorar os processos de fermentação. Este trabalho foi realizado no distrito de Curuguaty, departamento de Canindeyú, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de diferentes aditivos naturais sobre as características nutricionais e organolépticas da silagem de sorgo forrageiro *Sorghum bicolor*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais, sendo cada unidade experimental constituída por microsilos de PVC. Os tratamentos aplicados foram: T1 (controle sem aditivo), T2 (concentração de 3% de melaço), T3 (2% de leiteiro), T4 (1% de iogurte natural). As variáveis analisadas foram: pH, MS (matéria seca), PB (proteína bruta), NDF (fibra detergente neutra) e FDA (fibra detergente ácida) e características organolépticas (odor, cor e textura). Os dados foram analisados pelo teste ANOVA e a comparação das médias foi realizada com o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; as variáveis organolépticas foram analisadas pelo teste Chi². Os resultados mostraram diferenças estatísticas significativas (pH, MS, PB, FDN e FDA): para o pH, os tratamentos T2 e T1 apresentaram níveis mais baixos; para a MS, o tratamento T2 obteve maior porcentagem (28,13%); quanto ao teor de PB, as maiores médias foram obtidas nos tratamentos T3 e T4, com 5,21 e 5,39%, respectivamente, Para a FDN, os tratamentos T1 e T2, com valores de 53,9% e 53,2%, respectivamente, apresentaram os melhores resultados; para a FDN, o melhor resultado foi observado no T2, com 35%. Para as variáveis organolépticas, foi encontrada associação significativa apenas na variável odor, sendo que o T3 apresentou a melhor qualidade.

Palavras-chave: nutrientes; micro-silo; aplicação; forragem, forragem

1. Introducción

En el Paraguay la producción ganadera es una de las principales actividades económicas, por lo que requiere de considerables volúmenes de forraje para la alimentación de los animales, considerando que la nutrición es uno de los factores de manejo más sensible en la producción pecuaria, el periodo más críticos se considera durante el invierno ya que la mayoría de las especies forrajeras que se producen en el país son de época estival, así mismo se debe considerar que durante eventos climáticos como la sequías la producción de forrajes se ven afectadas en su disponibilidad. Una de las alternativas para aprovechar durante las etapas críticas el forraje producido durante las temporadas de primavera-verano es conservarlas mediante diferentes métodos (Avalos y Flores

2015).

El ensilado es un proceso de conservación que se basa en la fermentación del forraje de manera anaerobia, donde la conservación es posible gracias a la acidez que va adquiriendo el forraje mediante la presencia de ciertos ácidos orgánicos producidos a través del proceso (Rovira y Velazco 2012). Este método preserva los nutrientes esenciales del forraje, es de bajo costo y muy flexible de elaborar, ya que puede ser preparado en grandes estructuras o silos más pequeños de acuerdo a los recursos de los productores (Reider et al. 2006).

La fermentación anaeróbica es un proceso fundamental en la elaboración del ensilado, donde, en ausencia de oxígeno, bacterias ácido-lácticas como *Lactobacillus* convierten azúcares en ácidos orgánicos, reduciendo el pH y conservando el forraje, asegurando así un ensilado de buena calidad, con alta proteína bruta (PB), niveles adecuados de fibras (FDN) y bajo pH. La ausencia de estas bacterias ocasiona el desarrollo de microorganismos indeseables, con elevados niveles de fibras, PB reducida, mal olor y textura deficiente. El consumo de ensilado mal fermentados puede afectar la digestibilidad y comprometer la salud y rendimiento del ganado (Muck, 2010).

Entre las especies más utilizadas para ensilaje se encuentra el sorgo forrajero *Sorghum bicolor*, debido a características como alto rendimiento en materia verde, alto contenido de materia seca que facilita su conservación, y su adaptabilidad para crecer en diversos tipos de suelo y tolerar condiciones de sequía (Newman et al. 2021).

El uso de productos naturales como melaza que por su alto contenido de azúcares permite que la fermentación elimine las bacterias que de otra forma descomponen el forraje, y a la vez, mejora su sabor y valor nutritivo (SAGARPA 2016). El suero de leche es un excelente aditivo en ensilajes debido a que promueve la producción de bacterias ácido lácticas al ser un sustrato para su proliferación (Britos et al. 2007), por otra parte (Díaz y Beltran 2021), mencionan que el yogur natural contiene *Lactobacillus* específicos que favorecen el proceso fermentativo del ensilaje, permitiendo rápida estabilización de este y conservando características óptimas de calidad incluso en la post apertura. Estos pueden ser una alternativa económica para los productores para mejorar el proceso de la fermentación y aumentar la calidad organoléptica y nutricional del forraje conservado (Fernández et al. 2017).

El presente trabajo de investigación se realizó con objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de diferentes aditivos naturales sobre algunas características nutricionales y organolépticas del ensilado de sorgo forrajero.

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Colonia San Cayetano Lado Oeste, Distrito de Curuguaty, Departamento de Canindeyú. Cuyas coordenadas geográficas son 24°50'47" S y 55°71'70" W. El periodo experimental, comprendió los meses de agosto a septiembre del año 2024.

El diseño experimental fue completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales, donde cada micro silo de PVC correspondió a una unidad experimental. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 20 microsilos de tubos de PVC de 10 cm diámetro y 60 cm de altura, a los que se les aplicaron los tratamientos de forma aleatoria. El material utilizado para el ensilaje fue el sorgo forrajero híbrido Fortín Colon

tipo “Sudán”.

El corte de las plantas de sorgo se realizó cuando el tercio superior de la panoja se encontraba en estado duro, el tercio medio en estado pastoso y el tercio inferior en estado lechoso. El corte se realizó manualmente con un machete al ras del suelo, el forraje fue picado en una forrajera a un tamaño aproximado de dos a cuatro cm. Los aditivos fueron mezclados con agua tibia en relación 1:1 (Cardona 2020). Posteriormente la aplicación de los aditivos se realizó mediante aspersión con una pulverizadora manual de cinco litros.

Los aditivos fueron utilizados en las siguientes concentraciones: melaza al 3% (Granados 2010); suero de leche al 2% (Cajarville, et al 2001); y yogur natural al 1% (Reyes et al. 2012). Los microsilos fueron almacenados bajo un galpón, encima de una tarima de madera y protegidos de la luz solar directa y de humedad, identificando los tratamientos con señaladores.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción	Dosis/tratamiento (ml)	Dosis/unidad experimental (ml)
T1	Testigo sin aditivo	-	-
T2	Melaza, concentración al 3%	495	99
T3	Suero de leche, concentración al 2%	330	66
T4	Yogur natural concentración al 1%	165	33

Luego de transcurridos los 60 días se realizó la apertura de los microsilos para evaluar las características organolépticas y se recolectaron las muestras para enviar al laboratorio. Se tomaron muestras de 200 g de ensilaje por cada unidad experimental, los cuales fueron remitidos al laboratorio de la Facultad Ciencias de la Producción y al laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias.

Las variables evaluadas fueron: pH del ensilado: para obtener esta variable se realizó mediante una licuadora el picado fino del material, se pesó 10 gramos de cada muestra y se colocó en la licuadora con 100 ml de agua destilada, y una vez homogeneizado se realizó la lectura del pH con un potenciómetro.

Para obtener la materia seca, se tomó una muestra de 200 g por cada unidad experimental, el cual fue introducido a una estufa por 72 horas a 60° C para su secado, una vez transcurrido este tiempo esta fue pesada con el uso de una balanza de precisión y posteriormente se realizó el cálculo del porcentaje de materia seca mediante la siguiente fórmula: Materia Seca (%) = (Peso total del alimento/Peso del alimento seco) ×100 (McDonald et al., 2011)

Las muestras fueron secadas y molida para posteriormente realizar la lectura del contenido de proteína bruta (PB) por el método (kjeldahl); la Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA) por el método (Van Soest) ambas variables fueron analizados en el

laboratorio de la Universidad Nacional de Asunción – Facultad de Ciencias Agrarias.

Las características organolépticas fueron obtenidas mediante la evaluación de cada tratamiento que fue realizada de manera visual, olfativa y por medio del tacto y fueron comparadas con parámetros preestablecidos que indican una calidad excelente, buena, regular y mala del ensilado (Demagnet, 2017).

Luego de la apertura de los microsilos se eliminaron los primeros cinco cm superficiales del ensilado e inmediatamente fue evaluado la coloración del producto esta variable fue determinada por medio de observación visual y con ayuda de una tabla de colores. Para la determinación del olor se procedió a una evaluación olfativa para posterior comparar los parámetros e indicar a que características corresponde.

En cuanto a la evaluación de la textura del material se realizó con el tacto, tomando con la mano porciones del ensilaje por cada unidad experimental, apretando con el puño y dando movimientos para determinar a qué textura corresponde todas estas metodologías está representadas en la tabla 2.

Tabla 2. Indicadores de características organolépticas de ensilados (Demagnet 2017)

Indicador	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Color	Verde oliva (aceituna) o café oscuro	Verde amarillento, los tallos con tonalidad más pálida que las hojas	Verde oscuro. Tallos y hojas con igual tonalidad	Color casi negro o negro
				
Olor	Olor agradable a fruta madura	Olor agradable, ligero olor a Vinagre	El olor es ácido, con fuerte olor a vinagre. Deja en las manos un olor permanente a manteca rancia característico de ácido butírico	El olor es desagradable, con olor putrefacto a humedad.
	Contornos definidos, se aprecian vellosidades si las tenía el forraje anterior	Contornos definidos, se aprecian vellosidades si las tenía el forraje original, las hojas A diferencia del anterior no se observan	Las hojas se separan fácilmente de los tallos, los bordes del forraje aparecen	No se aprecia diferencia entre hojas y tallos, los cuales forman mal una masa amorfa,
Textura				

original, hojas todas las partes de las definidos	jabonosa al tacto
permanecen unidas plantas	
a tallos, se ven	
todas las partes de	
las plantas	

Los resultados obtenidos para las variables de (pH, Materia seca, proteína bruta, fibra detergente acida y neutra) fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA), las que presentaron diferencia significativa fueron sometidas al test de Tukey con 5% de probabilidad de error, para las variables organolépticas (color, olor y textura) se utilizó la prueba χ^2 para determinar asociaciones, en ambos casos utilizando el paquete estadístico InfoStat versión estudiantil.

3. Resultados y discusiones

En las Tablas 3, 4 y 5 se presentan los resultados correspondiente a las distintas variables evaluadas (pH, materia seca, proteína bruta, fibra detergente acida y neutra, así como las características organolépticas) en la investigación por efecto de la utilización de diferentes aditivos naturales en el cultivo del sorgo forrajero.

Tabla 3. Resultados correspondientes a las variables de pH y Materia seca por efecto de los diferentes aditivos naturales utilizados en el experimento

	pH	Materia seca
Tratamiento	Medias	Medias (%)
T2: Melaza, concentración al 3%	3,70 B	28,13 A
T1: Testigo sin aditivo	3,89 A	25,38 B
T3: Suero de leche, concentración al 2%	3,68 B	24,88 BC
T4: Yogur natural concentración al 1%	3,86 A	23,63 C
<i>P-valor</i>	<i>0.0005*</i>	<i>0.0001*</i>
<i>Coeficiente de Variación (%)</i>	<i>1,96</i>	<i>2,91</i>

* Con diferencias estadísticas significativas; letras con una letra común no presentan diferencias estadísticas entre si

Las diferencias estadísticas fueron significativas para el pH entre los distintos tratamientos aplicados, siendo los tratamientos con maleza y suero de leche significativamente menores que los demás tratamientos surgiendo mayor capacidad tampón. El mayor porcentaje de materia seca correspondió al T1 Melaza estadísticamente superior a los demás tratamientos con 28,13%

La maleza y el suero de leche propiciaron un ambiente acido debido a que la melaza actuó

como un estimulante para las bacterias lácticas (gracias a la gran cantidad de azúcares solubles), promoviendo la producción de ácido láctico y acelerando la acidificación del ensilaje (Britos et al. 2007). Las bacterias lácticas presentes en el suero de leche (*Lactobacillus plantarum*, entre otros) fermentan la lactosa lo que produce un descenso del pH. Amarrilla et al. (2022), con la aplicación de melaza al 3% arrojó mejores resultados en el ensilado de maíz una mayor estabilización del pH resultado que concuerda con la presente investigación.

Estudios realizados al respecto indican que la melaza es un excelente aditivo en la fermentación anaeróbica de los forrajes, puesto que enriquece el material vegetativo con carbohidratos y llena los poros gaseosos, reduciendo con ello la afluencia de oxígeno en el ensilaje (Qamar, 2009).

En una investigación realizada por Granados-Marín et al. (2014), indica que, la adición de carbohidratos, presentó un efecto significativo en la conservación de la MS del material, además, se observó, un incremento en el contenido de materia seca al adicionar proporciones crecientes de melaza. Datos que concuerdan con la presente investigación.

Sin embargo, Ramírez et al. (2020) evaluando el contenido de materia seca, con lactosuero y yogurt estas fueron significativamente mayores en los ensilajes de sorgo en comparación al control. Datos que no concuerdan con la presente investigación.

Tabla 4. Resultados correspondientes a las variables proteína bruta, fibra detergente neutra y acida, por efecto de los diferentes aditivos naturales utilizados en el experimento

	Proteína Bruta	Fibra detergente neutra	Fibra detergente ácida
Tratamiento	Medias(%)	Medias(%)	Medias(%)
T1: Testigo sin aditivo	4,31 C	53,21 B	48,08 A
T4: Yogur natural concentración al 1%	5,39 A	62,14 A	41,71 B
T2: Melaza, concentración al 3%	4,96 B	53,91 B	41,41 B
T3: Suero de leche, concentración al 2%	5,21 A	61,47 A	35,02 C
P-valor	0.0001*	0.0003*	0.0001*
Coefficiente de Variación (%)	2,45	3,79	3,63

* Con diferencias estadísticas significativas; letras con una letra común no presentan diferencias estadísticas entre si

En la comparación de medias del porcentaje de proteína cruda se observa que el mayor resultado se obtuvo en el T3 Yogurt natural con 5,39%, seguido del T2 suero de leche con un 5,21% de porcentaje de proteína cruda, siendo estos estadísticamente similares entre sí. El yogurt natural posee buena cantidad de proteínas como la caseína, lactoglobulina, además, bacterias como el *Lactobacillus* presente en el yogurt, sintetizan las proteínas como parte de su crecimiento y desarrollo, lo que ayudó a incrementar el nivel de proteína en este tratamiento. Así también, el

suero de leche contiene proteínas solubles como lactoglobulinas y lactoalbúminas que incrementan el porcentaje de proteína bruta (Parra 2012).

En un trabajo de investigación realizado por Díaz et al. (2023) concluyó que los valores de proteínas totales muestran una ligera diferencia entre los ensilados con adición de yogurt natural y suero de leche con respecto a los demás tratamientos, datos que coinciden con la presente investigación.

Los niveles de fibras detergente neutra y acida también fueron afectados de manera significativa por los tratamientos el T1 y T2 presentaron mejores resultados, si bien para la fibra detergente acida el mejor resultado fue obtenido con el tratamiento con suero de leche.

Amarilla et al. (2022) mencionan que en la variable FDN se observa similitud entre los tratamientos (sin aditivos y melaza al 3% respectivamente) con mejores resultados a los demás tratamientos. Coincidiendo con la presente investigación.

Araiza et al. (2015) demostraron de manera similar a la presente investigación que la adición de la melaza tiende a bajar los niveles de FDN. Esto se explica debido a que la melaza tiene principalmente un mayor efecto sobre la disminución de hemicelulosa. El suero es rico en lactosa, una fuente de energía fácilmente fermentable para bacterias ácido-lácticas. Estas bacterias, a su vez, crean un ambiente ácido (pH bajo) en el ensilado o en el rumen, que favorece a ciertos microorganismos capaces de degradar celulosa (García-Cruz et al., 2015) lo cual afecta directamente en la disminución de los niveles de FDA. Lo cual concuerda con los resultados de la presente investigación.

Tabla 5. Valores o registros por tratamiento n=5 para las variables color, olor y textura

Tratamiento	Color			Olor			Textura		
	R	B	E	R	B	E	R	B	E
T1 (Sin aditivo)	0	3	2	0	1	4	1	2	2
T2 (Melaza)	4	1	0	0	1	4	0	2	3
T3 (Suero)	5	0	0	0	0	5	0	0	5
T4 (Yogurt)	0	0	5	0	1	4	1	1	3
P-valor	0,0004*			0,7587^{ns}			0,4622^{ns}		

R: Regular; B: Bueno; E: Excelente* Con asociación significativas; ns, no presenta asociación significativa

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos para las características organolépticas del ensilado, para la variable color se presentó asociación significativa en donde el T4, yogurt natural fue el que presentó mayor calidad, en cambio para el olor y la textura no se observó asociación significativa. (Muck, 2010), menciona que la acción de las bacterias lácticas, mejoran la fermentación y en consecuencia la calidad sensorial del ensilado entre ellos principalmente el color.

En un trabajo de investigación realizado por Soykan et al., (2015) determinaron que la aplicación de Yogurt a un ensilaje de maíz obtuvo resultados mejores en las características de color

con respecto a los demás tratamientos. Resultado similar a la presente investigación.

Conclusión

En relación al pH, se observaron diferencias estadísticas significativas obteniendo mejores resultados con los tratamientos con melaza y suero de leche, para las características nutricionales hubo mayor porcentaje de materia seca con la utilización de melaza como aditivo, en cuanto al contenido de proteína los tratamientos con yogurt y suero de leche presentaron medias superiores, para la fibra detergente neutra la melaza y el testigo reportaron los mejores resultados, así como el uso de suero de leche para la variable fibra detergente ácida, para las características organolépticas el uso de yogurt presentó mejor calidad en color, si bien para el olor y la textura no se observó asociación significativa.

Bibliografía

Amarilla, E., Cáceres, L., y Miranda, L. M. (2022). Efectos de la aplicación de melaza y suero de leche sobre la calidad organoléptica y nutricional del ensilado de dos variedades de maíz *Zea mays* L. *Revista Arandu Poty* 1(2):103–109. <http://revistarandupoty.com/index.php/AranduPoty/article/view/33>

Araiza, E., Delgado, E., Carrete, F., Solís, A., Rosales, R., y Haubí, C. (2015). Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz complementados con manzana y melaza. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 2(6), 255-267. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282015000300002

Avalos, P., y Flores, E. (2015). Dinámica de la producción de pasto y balance forrajero de un módulo de vacas lecheras, en la Sierra Central. *Revista Anales Científicos* 76(2):344-349. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XfoWT99a4jAJ:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6171144.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=py>

Britos, A., Repetto J., Garcíarena, D., y Cajarville, C. (2007). Efecto del suero de queso como aditivo de ensilajes de pastura sobre la conservación, los azúcares solubles y la producción de gas in vitro. *Agrociencia* (Uruguay), 11(2)72-77. <https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/760/792>

Cajarville C., Echarri V., Repetto J.L., 2001 a. Utilización de lactosuero como aditivo para ensilaje de alfalfa: Primera comunicación. VII Congreso Nacional de Veterinaria, 19-22 Montevideo-Uruguay

Reiber C., Cruz H., Peters M., Franco L.H., Lascano C., Avila P., Schmidt A., Schultze-Kraft R. (2006). El ensilaje: una alternativa para conservar forrajes. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Brochures/007%20Ensilaje-conservar-forrajes-2006.pdf

Cardona, J. (2020). Conozca el paso a paso en la preparación de un buen ensilaje. Contexto Ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-el-paso-paso-en-la->

preparacion-de-un-buen-ensilaje

Demanet Filippi, R. (2017). Calidad de los ensilajes. Universidad de La Frontera. https://www.praderasypasturas.com/rolando/01.-Catedras/09.-Conservacion_de_Forrajese/2017/06.-Calidad_de_los_Ensilajes.pdf

Díaz, D., y Beltrán López, J.M. (2021). Efecto de aditivos lácteos en la fermentación y la estabilidad aeróbica en ensilajes de pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* y cáscara de naranja *Citrus sinensis*. Revista Agroforestería Neotropical 1(10). <https://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/2602>

Díaz, N., Muro,., Vara, C., Moreno, C., Bustillos, G., Davila, B., Rivadeneyra, N., Maslucan, O., y Amaringo, C. (2023). Características nutricionales comparativas del ensilado biológico de pescado utilizando yogurt natural y suero de queso. Revista de Innovación y Transferencia Productiva. 4(1): 1-11. https://www.researchgate.net/publication/384197258_Caracteristicas_nutricionales_comparativas_del_ensilado_biologico_de_pescado_utilizando_yogurt_natural_y_suero_de_queso

Fernández, M.E., Zambrano Sarabia, S.J., Zumba Montes, L.C., y López Castillos, G. (2017). Consideraciones generales sobre el proceso de elaboración de silos. Revista Científico - Educaciones de la provincia de Granma, 13(3):257-265. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6759753>

García-Cruz, C. H., González-Ronquillo, M., Arzola-Alvarez, C., & Salem, A. Z. M. (2015). Uso del suero de leche como aditivo en la elaboración de ensilados: una alternativa en la alimentación de rumiantes. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 6(3), 273–286. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v6i3.4298>

Granados, C.M. (2010). Comparación del efecto de tres mezclas de melaza y suero de leche y dos tipos de inóculo microbio sobre las características nutritivas y fermentativas del ensilaje de pasto Estrella Africana *Cynodon nlemfuensis*. [Tesis de grado, Universidad de Costa Rica] <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2246/1/32312.pdf>

Granados-Marín, C., Ching-Jones, R.W., y Rojas-Bourrillón, A. (2014). Ensilaje de pasto Estrella Africana *Cynodon nlemfuensis* con la adición de melaza, suero de leche e inóculos microbiales. Cuadernos de Investigación, 6(1): 47-56. https://www.researchgate.net/publication/280946971_Ensilaje_de_pasto_Estrella_Africana_Cynodon_nlemfuensis_con_la_adicion_de_melaza_suero_de_leche_e_inoculos_microbiales

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). Animal nutrition (7th ed.). Pearson Education Limited.

Muck, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. Revista Brasileira de Zootecnia, 39, 183–191. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021>

Newman, Y., Erickson, J., Vermerris, W., Hancock, D., Wright, D. y Ferrell, J. (2021). Sorgo Forrajero: Guía de Producción para la Región Sureste de los Estados Unidos. Prairie View, TX: Sorghum Checkoff <https://www.sorghumcheckoff.com/wp->

content/uploads/2021/11/SpanishGuiadeproducciondeforrajeenelesteJuly2011.pdf

Parra, R. (2012). Yogur en la salud humana. Revista Lasallista de Investigación, 9(2): 162-177. <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v9n2/v9n2a17.pdf>

Qamar M. B. (2009). Effect of molasses and corn as silage additives on the characteristics of mott dwarf elephant grass silage at different fermentation periods. Pakistan Vet. J. 29(1):19-23. https://www.pvj.com.pk/pdf-files/29_1/19-23.pdf#:~:text=The%20results%20indicated%20that%20mott%20grass%20cut%20at,increased%20with%20level%20of%20additives%20and%20fermentation%20periods

Ramírez-Díaz, R., Pinto-Ruiz, R., Medina-Jonapá, F., y Guevara-Hernández, F. (2020). Efecto de inoculantes y aditivos sobre fracciones de fermentación ruminal y degradación in vitro en ensilaje de sorgo *Sorghum* sp. Ciencia UAT 15(1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582020000200172

Reyes, J., Salcedo, E., Medina, H., Quintana, J., Avellaneda, J., Ruíz, M., Montañez, O., y Rodríguez, R. (2012). Efecto de la adición de inóculo y aditivo en la digestibilidad in situ de la materia seca del ensilado de caña de azúcar. Ciencia y Tecnología 5(1): 13-16 https://www.researchgate.net/publication/342661724_EFECTO_DE_LA_ADICION_DE_INOCULO_Y_ADITIVO_EN_LA_DIGESTIBILIDAD_in_situ_DE_LA_MATERIA_SECA_DEL_ENSILADO_DE_CANA_DE_AZUCAR

Rovira, P., y Velazco, J. (2012). Ensilaje de grano húmedo de sorgo: Guía práctica para su uso en la alimentación de ganado en regiones ganadera. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). <http://www.inia.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/18429110612095450.pdf>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA). (2016). Melazas de caña de azúcar y su uso en la fabricación de dietas para ganado. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171888/Nota_Informativa_Noviembre_Melazas.pdf

Soycan, S., Erten, K., & Canbolat, Ö. (2022). Effects of sour yogurt as an alternative additive in second crop corn silage. Fermentation, 8(10), 494. <https://doi.org/10.3390/fermentation8100494>

Anexos

Contribución de los autores

Jonás Ramírez: realizó el trabajo de campo, la aplicación del diseño del estudio y la recolección de datos. Osvaldo Sánchez: participó en el análisis estadístico, interpretación de resultados y la redacción del artículo. Eduardo Espínola: contribuyó con la aplicación de tratamiento, aspectos técnicos del trabajo y revisión crítica del contenido. Verónica Silva: contribuyó en la redacción y la edición final del artículo.

Agradecimientos

"Los autores agradecen a la Facultad Ciencias de la Producción - Universidad Nacional de Caaguazú. *Por proporcionar el uso del laboratorio para la obtención de datos de materia seca y pH.*"

Financiamiento

"La investigación se realizó con financiamiento particular de los autores."

Conflicto de intereses

"Los autores no presentan conflicto de interés con ninguna institución o entidad relacionada con el contenido del manuscrito."

Correspondencia

osvaldo.sanchez@fcpunk.edu.py

Trayectoria académica de los autores

Jonás Ramírez es Ingeniero Agrónomo por la Universidad Nacional de Caaguazú.

Osvaldo Sánchez Holt es Magister en Sistemas Pecuarios por la **Universidad Nacional de Asunción**, Especialista en Metodologías y Técnicas de la Investigación, Ingeniero Zootecnista por la **Universidad Nacional de Caaguazú** e Ingeniero Agrónomo Por la **Universidad San Carlos**. Se desempeña como docente en la Facultad Ciencias de la producción de la Universidad Nacional de Caaguazú.

Eduardo Espínola Correa es Magister en Producción Animal y Manejo del Forraje, Especialista en Metodologías y Técnicas de la Investigación, Ingeniero Zootecnista por la **Universidad Nacional de Caaguazú**. Se desempeña como docente en la Facultad Ciencias de la producción de la Universidad Nacional de Caaguazú.

Verónica Silva es Especialista en Metodología Investigación Científica y Medica Veterinaria por la **Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción**. Se desempeña como docente en la Facultad Ciencias de la producción de la Universidad Nacional de Caaguazú.