

Uso de agregados en la producción de ensilaje con raquis de plátano (*Musa paradisiaca*)**Use of Additives in the Production of Silage with Plantain Rachis (*Musa paradisiaca*)**Verónica Carolina Cevallos-López¹, Miguel Angel Macay-Anchundia², Roxanna Patricia Palma³¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Investigadora. Fundación Agroecológica Río Negro, Ecuador.²Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Docente de Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Ecuador.³Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Ecuador.

Autor de correspondencia: vcevallosl@uteq.edu.ec

Recibido: 06/07/2024. Aceptado: 16/04/2025.

Publicado el 02 de julio de 2025.

Resumen

Las innovaciones tecnológicas permiten reciclar el raquis que se encuentra aglomerado como desecho. Con el objetivo de evaluar el uso de agregados (bacterias ácido-lácticas, microorganismos eficientes autóctonos y *Gliricidia sepium*) en la producción de ensilaje a base de raquis de plátano (*Musa* spp) a diferentes tiempos de preservación (1 y 6 meses). Se preparó 16 microsilos de 1 kg por cada tiempo de preservación y se determinó la proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), ceniza, extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN). Los tratamientos utilizados fueron: T1: Control, T2: SiloBacter®, T3: *Gliricidia sepium* y T4: EM.1®. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con muestreos en el tiempo y se realizó el análisis de varianza con $p < 0,05$ con prueba de significancia Tukey mediante el paquete estadístico RStudio. Al agregar *Gliricidia sepium* permitió mejorar la composición nutricional del ensilaje reflejando al primer mes un valor mayor de ELN (38,85%), FB (38,84%), ceniza (19,11%) EE (2,74%), el T1 control reflejó la concentración más alta de PB (8,24%) y al sexto mes T3 expresó su valor nutritivo más alto en PB (7,38%), EE (2,74%), ELN (38,35%) y los más bajos en FB (38,41%) y ceniza (20,8%). Se concluye que el uso de ensilaje de raquis de plátano con adición de *Gliricidia* es una buena alternativa como suplemento alimenticio de rumiantes a los seis meses posterior a su elaboración. La transformación del raquis en ensilaje contribuye significativamente a la resiliencia de los sistemas agroalimentarios.

Palabras clave: Microsilos, fermentación, vástago, alimentación de rumiantes, incorporados.

Abstract

Technological innovations enable the recycling of plantain rachis, which is typically discarded as waste. This study aims to evaluate the use of additives (lactic acid bacteria, efficient native microorganisms, and *Gliricidia sepium*) in the production of silage from plantain rachis (*Musa* spp) at different preservation times (1 and 6 months). Sixteen microsilos of 1 kg each were prepared for each preservation time, and the following parameters were determined: crude protein (PB), crude fiber (FB), ash, ether extract (EE), and nitrogen-free extract (ELN). The treatments used were: T1 Control, T2 SiloBacter®, T3 *Gliricidia sepium*, and T4 EM.1®. A completely randomized design with sampling over time was employed, and variance analysis was conducted with $p < 0.05$ using Tukey's significance test in RStudio. The addition of *Gliricidia sepium* improved the nutritional composition of the silage, showing higher values at the first month for ELN (38,85%), FB (38,84%), ash (19,11%), and EE (2,74%). The T1 Control had the highest PB concentration (8,24%). At six months, T3 showed the highest nutritional value in PB (7,38%), EE (2,74%), ELN (38,35%), and the lowest values in FB (38,41%) and ash (20,80%). It is concluded that the use of plantain rachis silage with the addition of *Gliricidia* is a good alternative as a ruminant feed supplement six months post-production. Transforming rachis into silage significantly contributes to the resilience of agro-food systems.

Keywords: Microsilos, fermentation, stem, ruminant feeding, incorporated.

Introducción

Bermúdez-Loiza *et al.* (2015) mencionan que, los pastos y forrajes son fundamentales en la alimentación de rumiantes. Posada *et al.* (2012) señalan que los sistemas de producción emplean alimentos concentrados de cereales, como una de las principales fuentes de suplementación. Zebeli *et al.* (2012) enfatizan que al no suministrar el tiempo necesario para que los pastos se recuperen entre los ciclos de pastoreo, aunado a las desfavorables condiciones ambientales, estos pierden productividad. Una alternativa resiliente es cosechar el exceso de forraje de la temporada de lluvias para uso como ensilaje durante los periodos de estiaje (Costa *et al.*, 2013).

Martínez *et al.* (2008) indican que los forrajes presentan deficiencias nutricionales, no cumplen con todos los requerimientos nutritivos para alimentar rumiantes, principalmente son bajos en proteína. Rangel *et al.*, (2021) sugieren que al ensilar las especies *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Crescentia cujete*, *Calliandra*, no presentan problemas de palatabilidad y aceptación por parte de los rumiantes, además de su aporte nutricional rico en proteína.

El uso de subproductos (desechos) de postcosecha de los sistemas de producción agrícolas (plátano); podría ser una alternativa eficiente para suplementar a los animales (Flórez-Delgado y Rosales-Asensio, 2018), en especial de aquellas que ocasionan un impacto poco favorable al ambiente por su inoportuna disposición y aglomeración en campo, como es el caso del raquis de plátano (Yoplac *et al.*, 2017). Lo que corroboran Ayala *et al.* (2016), quienes sugieren que el raquis pudiera constituirse en un mecanismo contaminante del ambiente si no se realiza un manejo adecuado. Caicedo *et al.* (2019) sugieren que al emplear residuos agrícolas para la alimentación animal permite reducir los costos de producción de los sistemas pecuarios. También mencionan que al aprovechar este residuo en la alimentación animal se estaría aportando bromatológicamente en base seca y natural del raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) materia seca (7,05%), proteína bruta (7,85%), fibra bruta (29,27%), extracto etéreo (2,82%), cenizas (16,84%), extracto libre de nitrógeno (34,80%).

La presente investigación se orientó a la elaboración de microsilos como fuente de suplemento alimenticio para rumiantes cuyo objetivo fue evaluar la calidad bromatológica de ensilaje de raquis de plátano en conjunto con los agregados (bacterias ácido-lácticas, Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs) y *Gliricidia sepium*) al primer y sexto mes de su elaboración.

Materiales y métodos

Localización

El ensayo se llevó a cabo en su fase de campo en las instalaciones de la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, provincia de

Manabí, Ecuador, ubicada en las coordenadas geográficas a 0°16'00"S de latitud y 79°26'00"O de longitud con una altura de 260 m s.n.m.; cuenta con una temperatura promedio anual de 24,1 °C, topografía ligeramente irregular y una precipitación anual de 2.770,6 mm acorde al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INANMHI] (2023).

Procedimiento experimental

El raquis utilizado para la elaboración de los microsilos fue obtenido de la variedad de plátano *Musa* spp. cultivado en la granja experimental de la ULEAM. Se pesaron y lavaron con agua potable, y luego se escurrieron durante 5 minutos. Cada raquis tuvo un peso promedio de 1,2 kg. Posteriormente, se picaron en fresco a 2 cm de tamaño, siguiendo el protocolo de Espinoza *et al.* (2020). El follaje de *Gliricidia sepium* (yuca ratón) se obtuvo mediante la poda manual de dos árboles, los cuales fueron utilizados como estacas de cercas vivas. Se colectaron 8 kg de forraje, compuesto exclusivamente por hojas sin peciolo, provenientes de material vegetal en estado vegetativo y con una edad aproximada de cinco años. Este follaje se dispuso de forma homogénea sobre un piso de cemento para su presecado durante 10 horas al sol (Suárez *et al.*, 2011).

Se incorporó melaza en una proporción del 5% (50 gramos) con respecto al peso fresco del forraje, y luego se diluyó en agua limpia y tibia, según las indicaciones de Mühlbach (2016). Adicionalmente, se utilizó polvillo de arroz al 20% como material absorbente. Esta decisión se fundamentó en la alta concentración de agua presente en el raquis en su estado natural; el polvillo de arroz ayuda a reducir la humedad, lo que mejora la calidad del ensilaje al disminuir la posibilidad de crecimiento de microorganismos patógenos (Caicedo *et al.*, 2020). En total, se establecieron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, resultando en 16 microsilos que se evaluaron tras un mes, y 16 microsilos adicionales que se abrieron después de seis meses.

Tratamientos

Se evaluaron 4 tratamientos: T1 (Control) = Raquis 75%; 5% de melaza; polvillo de arroz al 20%; T2 = (Silobacter) Raquis 75%; Melaza 5%; SiloBacter® 0,2 ml/kg y polvillo de arroz 20%; T3 = (*Gliricidia*) Raquis 50%; *Gliricidia sepium* 25%; Melaza 5% y polvillo de arroz 20%; y T4 = (EMAs) Raquis 75%; Melaza 5%; EM.1® 2 ml/kg y polvillo de arroz 20%.

Período experimental

Los microsilos de 1 kg fueron sellados en bolsas herméticas tipo Ziplock y almacenados en un ambiente protegido de la luz solar, humedad y posibles infestaciones de roedores, con el objetivo de asegurar un proceso de fermentación óptimo. Se establecieron dos tiempos de fermentación: uno y seis meses, siguiendo el protocolo descrito por Dormond *et al.* (2011). Para cada periodo de fermentación, se prepararon cuatro réplicas experimentales.

Finalizado el período de fermentación, se determinaron los parámetros bromatológicos incluyendo fibra bruta (FB), cenizas, proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE) y extracto libre no nitrogenado (ELN), de acuerdo con los métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2016). Los análisis se realizaron por cuadruplicado para cada tratamiento y tiempo de fermentación, mediante un análisis bromatológico proximal (Sánchez *et al.*, 2015). Las determinaciones fueron llevadas a cabo en el laboratorio Agrolab, ubicado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con parcelas divididas, conformado por cuatro tratamientos de agregados asignados a las parcelas principales y dos momentos de evaluación (primer y sexto mes) aplicados como subparcelas dentro de cada parcela principal. Se incluyeron cuatro réplicas por tratamiento, bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + T_j + (AT)_{ij} + (AR)_{ik} + e_{ijk} \quad (1)$$

Donde Y= variable observada

μ = media general de la variable

A_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A

T_j = efecto del j-ésimo nivel del factor tiempo T

AT_{ij} = efecto del ij-ésimo nivel de la interacción de A y T

AR_{ik} = efecto aleatorio del factor A y repeticiones

e_{ijk} = Error experimental asociado a las subparcelas.

Para determinar las diferencias estadísticas se aplicó un análisis de varianza (ADEVA) y para comparar los distintos tratamientos, se realizaron pruebas de comparación de media de Tukey, procesado con el programa estadístico RStudio (Boehmke y Greenwell, 2019).

Resultados

Ceniza

Los agregados causaron diferencias significativas en el contenido de ceniza ($p=0,0291$) del ensilaje de raquis de plátano, según las observaciones al momento de apertura del microsililo (Tabla 1). La ceniza fue mayor al sexto mes en los tratamientos con Silobacter ($23,40\% \pm 0,17\%$) y EMAs ($23,75\% \pm 0,17\%$) en comparación con los demás tratamientos. Al sexto mes, los tratamientos con EMAs y Silobacter presentaron mayor contenido de ceniza. El tratamiento con *Gliricidia* mostró los contenidos más bajos de ceniza, con $19,11\% \pm 0,17\%$ al primer mes y $20,80\% \pm 0,17\%$ al sexto mes de apertura. El contenido de ceniza estuvo influido significativamente ($p < 0,0001$) por el tiempo de apertura de los ensilajes de raquis. Se observó mayor contenido de ceniza al sexto mes en comparación con el primer mes. Los

tratamientos tuvieron efectos significativos ($p<0,0001$) en la variación de la ceniza del ensilaje, con Silobacter y los EMAs mostrando los mayores contenidos de ceniza.

Extracto libre de nitrógeno

Los tratamientos de agregados afectaron significativamente ($p<0,0001$) el contenido de ELN del ensilaje de raquis de plátano en las observaciones realizadas al abrir los microsililos (Tabla 1). El tratamiento con *Gliricidia* mostró el mayor contenido de ELN al primer mes de apertura del microsililo ($38,35\% \pm 0,29\%$). Por otro lado, los tratamientos con Silobacter y Control tuvieron menores contenidos de ELN al sexto mes, donde además el tratamiento Control presentó una concentración de ELN más alta ($31,69\% \pm 0,29\%$) en comparación con el tratamiento con *Gliricidia* ($30,67\% \pm 0,29\%$). El tratamiento EMAs no causó cambios significativos en el contenido de ELN en ningún tiempo de medición.

Fibra bruta

Los agregados influyeron significativamente ($p=0,0021$) en el contenido de fibra del ensilaje de raquis de plátano, según lo observado en los tiempos de apertura (Tabla 1). El tratamiento con EMAs reflejó el mayor contenido de fibra tanto al primer mes ($38,84\% \pm 0,36\%$) como al sexto mes ($40,95\% \pm 0,36\%$), en comparación con los demás tratamientos. El análisis reveló que el tratamiento con *Gliricidia* mostró contenidos de fibra más bajos al primer mes ($33,09\% \pm 0,36\%$). Al sexto mes, los tratamientos con Silobacter, el Control y *Gliricidia* presentaron el contenido de fibra más bajo; sin embargo, el tratamiento con *Gliricidia* tuvo una media más baja ($38,41\% \pm 0,36\%$) en comparación con los otros tratamientos.

Proteína bruta

La proteína del ensilaje de raquis de plátano mostró diferencias significativas ($p<0,0001$) debido a los agregados medidos en los tiempos de apertura (Tabla 1). El tratamiento con *Gliricidia* al sexto mes ($7,38\% \pm 0,22\%$) y con microorganismos eficientes al primer mes ($8,24\% \pm 0,22\%$) presentaron los mayores contenidos de proteína en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento Control mostró los contenidos más bajos de proteína tanto al primer mes ($5,16\% \pm 0,22\%$) como al sexto mes ($4,48\% \pm 0,22\%$). El tratamiento con Silobacter tuvo un menor contenido de proteína al primer mes en comparación con el sexto mes.

Tabla 1. Análisis bromatológico de los ensilajes de raquis de plátano mediante el uso de agregados (Gliricidia, Microorganismos E, Silobacter y T control) medias (%) de las variables; ceniza, extracto libre no nitrogenado, fibra y proteína

	Ceniza		ELN		Fibra		Proteína	
	Tiempo (meses)		Tiempo (meses)		Tiempo (meses)		Tiempo (meses)	
Tratamientos	1	6	1	6	1	6	1	6
Gliricidia	19,11 ± 0,17 c B	20,8 ± 0,17 b A	38,35 a A	30,67 a B	33,09 c B	38,41 b A	6,72 b A	7,38 a A
Microorganismos E	22,06 ± 0,17 ab B	23,75 ± 0,17 a A	28,17 c A	27,52 b A	38,84 a B	40,95 a A	8,24 a A	5,32 b B
Silobacter	22,72 ± 0,17 a B	23,4 ± 0,17 a A	32,71 b A	29,87 a B	35,73 b B	38,89 b A	6,59 b A	5,34 b B
T control	21,55 ± 0,17 b B	22,58 ± 0,17 a A	34,2 b A	31,69 a B	36,56 b B	38,63 b A	5,16 c A	4,48 b A
Valor p	0,0291		<0,0001		0,0021		<0,0001	
CV (%)	1,57		1,80		1,90		7,04	

Nota. Letras iguales, minúsculas en la columna y mayúsculas en la línea, no difieren según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). CV (%): Coeficiente de valor expresado en porcentaje. Valor *p*: indica la probabilidad de obtener los resultados observados bajo la hipótesis nula.

Extracto Etéreo

Los resultados indican que los niveles E.E. encontrados no dependen del efecto combinado entre los agregados y el tiempo de apertura ($p=0,3701$). No se observaron efectos significativos ($p=0,7061$) del tiempo en la calidad del microsilos, independientemente del agregado utilizado.

Sin embargo, el efecto simple de los agregados causó diferencias significativas ($p=0,0183$) en el contenido de extracto etéreo del ensilaje (Tabla 2). Los tratamientos con *Gliricidia* (2,74 % ± 0,07), EMAs (2,59 % ± 0,07) y Control (2,58 % ± 0,07) mostraron los mayores contenidos de extracto etéreo.

Tabla 2. Efectos simples de los tratamientos de Gliricidia, Microorganismos E., Silobacter y Control, sobre la variable bromatológica Extracto etéreo del ensilaje de raquis de plátano (expresada en porcentaje)

Efectos de tratamientos (Parcela)	Ext. Etéreo (%)
Gliricidia	2,74 ± 0,07 a
Tratamiento control	2,58 ± 0,07 ab
Silobacter	2,38 ± 0,07 ab
Microorganismos E	2,59 ± 0,07 ab

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Discusión

La concentración de ceniza observada en el ensilaje de raquis con *Gliricidia* fue la más baja, lo que indica un menor contenido de este nutriente en el forraje. Apráez-Guerrero *et al.* (2012) mencionan que un alto contenido de ceniza en el ensilaje puede favorecer fermentaciones secundarias, generando procesos bacterianos. Fonseca-López *et al.* (2018) sugieren que la melaza intensifica la concentración de ceniza debido a su alto contenido de minerales. En el tratamiento con *Gliricidia*, el contenido de ceniza fue menor al primer mes en comparación con el sexto. Esto concuerda con Benítez (2016), quien enfatiza que los valores aumentan debido a los procesos biofermentativos del ensilaje. Caicedo *et al.* (2020) reportan una concentración de ceniza del 18,31 % al ensilar raquis de plátano y banano a los 30 días, resultados que son similares a los obtenidos en esta investigación.

El ensilaje de raquis con *Gliricidia* mostró el valor más alto de ELN, al primer mes y la media más alta en el tratamiento control al sexto mes. Esto sugiere que la concentración de ELN disminuye con el tiempo. Estos contenidos son aceptables como suplemento alimenticio, debido a la ausencia de efluentes líquidos. Apráez-Guerrero *et al.* (2012) mencionan que la ausencia de lixiviados permite que los carbohidratos solubles formen fructosa, glucosa y sacarosa, que son utilizados por las bacterias ácido-lácticas para producir ácido láctico y otros productos, asegurando la calidad del ensilaje. Suárez *et al.* (2011) encontraron resultados superiores al ensilar *Saccharum officinarum* y *Gliricidia sepium*, con una concentración de ELN. del 49,72 %. Sin embargo, Caicedo *et al.* (2020)

reportan una concentración del 37,04 % en el ensilaje de raquis de plátano y banano a los 30 días, y un contenido de ELN del 34,80 % en la base seca natural del raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA). Esto sugiere que la adición de *Gliricidia* mejora la calidad nutritiva del ensilaje.

Se observaron diferencias significativas en los contenidos de fibra bruta, con el menor contenido registrado en el tratamiento de raquis con *Gliricidia* al primer y al sexto mes. Esto indica que los contenidos de fibra aumentan durante el proceso de ensilaje y su tiempo de fermentación. Combs (2014) menciona que la fibra bruta es importante en la dieta de los rumiantes, aunque dietas altas en fibra pueden afectar el consumo de materia seca. Apráez-Guerrero *et al.* (2012) destacan que la concentración de fibra bruta está relacionada con el estado de madurez de las plantas antes de ensilarlas; forrajes más maduros presentan mayores concentraciones de fibra bruta. Caicedo *et al.* (2020) reportan una concentración de fibra del 24,16 % en el ensilaje de raquis, valor inferior al encontrado en esta investigación.

El contenido de proteína cruda mostró diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento con microorganismos eficientes y raquis presentó la mayor concentración de proteína cruda al primer mes, mientras que el tratamiento con *Gliricidia* y raquis mostró la concentración más alta al sexto mes (7,38 %). Este fue el único tratamiento donde la proteína cruda aumentó con el tiempo, posiblemente debido al crecimiento bacteriano durante la fermentación (Encalada *et al.* 2017). Borrás-Sandoval *et al.* (2017) y Yunus *et al.* (2015) enfatizan que el incremento proteico durante el ensilaje se relaciona con el aumento microbiano. López-Herrera y Briceño-Arguedas (2017) mencionan que la inclusión de fuentes ricas en nitrógeno, como la urea, incrementa los niveles de proteína. La adición de *Gliricidia* proporciona un aporte extra de proteína a la dieta de los rumiantes.

Copani *et al.* (2014) indican que las leguminosas pueden mejorar la calidad del ensilaje de las gramíneas mediante el aumento de los contenidos de proteína cruda. Caicedo *et al.* (2020) reportan un contenido de proteína ligeramente superior (14,34 %) en comparación con los resultados de esta investigación. Thomas *et al.* (2010) destacan la importancia de inocular con bacterias ácido-lácticas en la elaboración del ensilaje de papa, mejorando los indicadores fermentativos y las características bromatológicas del alimento para rumiantes. Fonseca-López *et al.* (2018) mencionan que la concentración EE, podría incrementar si se utiliza aditivos en el ensilado (sal mineral, carbonato de calcio, suero de leche, melaza y polvillo de arroz).

Caicedo *et al.* (2020) reportaron un contenido de 6,12 % de extracto etéreo a los 30 días de biofermentación, dichos resultados son superiores a los encontrados en la presente investigación.

Conclusiones

El ensilaje de raquis de plátano con el agregado de *Gliricidia* reflejó valores nutritivos más altos al sexto mes en relación con los demás tratamientos en función a los análisis bromatológicos realizados, considerando que acorde a los requerimientos nutricionales de los rumiantes ayudaría a suplir sus necesidades alimenticias en la época de estiaje de pastos y forrajes.

De manera general, al primer mes de biofermentación el ensilaje con el uso de agregados presentó mejores calidades nutritivas de extracto libre de nitrógeno, fibra, ceniza, extracto etéreo, y proteína cruda. Sin embargo, a los seis meses de biofermentación en su mayoría presentaron una menor calidad nutritiva, debido a ello, se puede emplear en la alimentación animal como suplemento alimenticio.

El uso de *Gliricidia sepium* como potenciador del valor nutritivo en el ensilaje no solo mejora la calidad del forraje, sino que también contribuye a la economía circular al transformar un desecho agrícola en un producto valioso.

Referencias bibliográficas

- Apráez-Guerrero, J.E., Insuasty-Santacruz, E.G., Portilla-Melo, J.E. y Hernández-Vallejo, W.A. (2012). Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Bracharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. *Veterinaria y Zootecnia*, 6(1), 25-35. <https://revistasoj.s.ualdas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4418/4052>
- Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. (2016). *Official methods of analysis of AOAC International* (20th ed.). AOAC International.
- Ayala, L., Martínez, M., Castro, M., García, A., Delgado, E.J., Caro, Y. y Ly, J. (2016). Composición química del raquis de racimos de plátano (*Musa paradisiaca*) y aceptabilidad como alimento para cerdos en ceba. *Rev. Comp. Prod. Porcina* 23, 79-86. https://www.researchgate.net/publication/318018858_Chemical_composition_of_raquis_from_plantain_Musa_Paradisiaca_bunches_and_acceptability_as_food_for_fattening_pigs
- Benítez, A. (2016). *Utilización de diferentes niveles de urea en la dinámica de fermentación de la pulpa de café para uso en la alimentación de rumiantes en la provincia de Loja*. [Tesis Grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10282/1/TESIS%20FINAL.pdf>
- Bermúdez-Loaiza, J.A., Melo-Camacho, E.P. y Estrada-Álvarez, J. (2015). Evaluación de ensilaje de naranja entera (*Citrus sinensis*) como alternativa de suplementación en bovinos. *Rev. Veterinaria y Zootecnia*, 9(2), 38-53. <https://revistasoj.s.ualdas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/3474>

- Boehmke, B. y Greenwell, B. (2019). *Hands-On Machine Learning with R*. Chapman y Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780367816377>
- Borrás-Sandoval, L., Valiño, E. y Iglesia, E. (2017). Evaluación del efecto de la inclusión de materiales fibrosos en la fermentación en estado sólido de residuos poscosecha de papa (*Solanum tuberosum*) inoculado con preparado microbial. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(8), 1-16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63652581011>
- Caicedo, W., Ferreira, F.N., Viáfara, D., Guaman, A., Socola, C. y Moyano, J.C. (2019). Composición química y digestibilidad fecal en cerdos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes Kunth*) fermentado. *Livestock Res Rural Dev*. 31(9). <http://www.lrrd.org/lrrd31/9/orlando31140.html>
- Caicedo, W., Viáfara, D., Pérez, M., Alves., F.N., Rubio, G., Yanza, R., Caicedo, M., Caicedo, L., Valle, S., Motta, L. y Ferreira, W. (2020). Características químicas del ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA) tratado con suero de leche y urea. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(4). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000400005&script=sci_arttext
- Copani, G., Ginane, C., Le Morvan, A. y Niderkorn, V. (2014). Bioactive forage legumes as a strategy to improve silage quality and minimise nitrogenous losses. *Animal Production Science*, 54(10), 1826-1829. <https://www.publish.csiro.au/an/an14252>
- Combs, D. (2014). Using in vitro total-tract NDF digestibility in forage evaluation. *Focus on forage* 15(2), 1-3. <https://www.kingsagriseeds.com/wp-content/uploads/2014/12/TTNDFD-FOF.pdf>
- Costa, J. H. C., Hotzel, M. J., Longo, C. y Balcao, L. F. (2013). A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 307-317. <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2812%2900785-0>
- Dormond, H., Rojas, A., Boschini, C., Mora, G. y Sibaja, G. (2011). Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto king grass (*Pennisetum purpureum*). (Nota técnica). *InterSedes*, 12(23). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/974/1035>
- Encalada, M., Fernández, P., Jumbo, N. y Quichimbo, A. (2017). Ensilaje de pulpa de café con la aplicación de aditivos en el cantón Loja. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), 71-82. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/322/293>
- Espinoza, I., Medina, M., Barrera, A., Ronald, V. y Montenegro, L. (2020). Efecto de inclusión de cáscara de plátano en la degradabilidad in situ de ensilaje de maíz forrajero. *Ingeniería e Innovación*, 8(1). <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2327>
- Flórez-Delgado, D. y Rosales-Asensio, E. (2018). Uso del ensilaje de pulpa de café en alimentación animal. *MundoFESC*, 8(15), 73-82. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6638703>
- Fonseca-López, D., Saavedra-Montañez, G. y Rodríguez-Molano, C. E. (2018). Elaboración de un alimento para ganado bovino a base de zanahoria (*Daucus carota* L) mediante fermentación en estado sólido como una alternativa ecoeficiente. *Revista Colomb Cienc Hortícolas*, 12(1), 175-182. <https://repositorio.uptc.edu.co/items/f2a24896-2fa5-4bae-a66a-36803bdf269b>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2023). *Anuario meteorológico*. Ecuador. <https://www.inamhi.gob.ec/#>
- López-Herrera, M. y Briceño-Arguedas, E. (2017). Efecto de la especie de leguminosa y la fuente de carbohidratos en la calidad física y química de mezclas para ensilaje. *Nutrición Animal Tropical* 11(1), 52-73. <http://dx.doi.org/10.15517/nat.v11i1.29605>
- Martínez, M., Chongo, B., Jordán, H., Hernández, N., Fontes, D., Lezcano, Y. y Cubillas, N. (2008). Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas. *Técnica Pecuaria de México*, 46(2), 183-193. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61346206.pdf>
- Mühlbach, P. (8 de febrero de 2016). *Uso de melaza como aditivo en el ensilaje*. Perulactea. <https://perulactea.com/uso-de-melaza-como-aditivo-en-el-ensilaje/>
- Posada, S., Rosero, R., Rodríguez, N. y Costa, A. (2012). Comparación de métodos para la determinación del valor energético de alimentos para rumiantes. *Revista MVZ Córdoba*, 17(3), 3184-3192. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69325096013>
- Rangel, J. A., Ledesma, L.M. y Arizala, J. A. (2021). Suplementación estratégica con arbustivas forrajeras en el destete precoz de terneros BON x Cebú en Antioquia, Colombia. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(2), 108-118. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotechnologia/article/view/1603>
- Sánchez, A., Torres, E., Estupiñán, K., Vargas, J., Sánchez, J. y Sánchez, N. (2015). Valoración nutritiva del rastrojo de *Zea mays* y *Oryza sativa* para la alimentación de ovinos en el trópico ecuatoriano. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 4(3): 235-249. <https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/54>
- Suárez, R., Mejía, J., González, M., García, D.E. y Perdomo, D. A. (2011). Evaluación de ensilajes mixtos de *Saccharum officinarum* y *Gliricidia sepium* con la utilización de aditivos. *Pastos y Forrajes* 34(1), 69-85. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119476006.pdf>
- Thomas, R., Nkosi, B.D., Umesiobi, D.O., Meeske, R., Kanengoni, A.T. y Langa, T. (2010). Evaluation

- of potato hash two silage inoculants bacteria and their effects on the growth of fattening pigs. *South African Journal of Animal Science*, 40(5), 488-490. https://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892010000500021
- Yoplac, I., Yalta, J., Vásquez, H. y Maicelo, J. (2017). Efecto de la alimentación con pulpa de café (*Coffea arabica*) en los índices productivos de cuyes (*Cavia porcellus* L) raza Perú. *Revista Investigaciones Veterinarias de Perú*, 28(3), 549-561. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13362>
- Yunus, F., Nadeem, M. y Rashid, F. (2015). Single-cell protein production through microbial conversion of lignocellulosic residue (wheat bran) for animal feed. *Journal Inst Brew*, 121(4), 553-557. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jib.251>
- Zebeli, Q., Aschenbach, J. R., Tafaj, M., Boguhn, J., Ametaj, B. N, y Drochner, W. (2012) Invited review: Role of Physically Effective Fiber and Estimation of Dietary Fiber Adequacy in High-Producing Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1041-1056. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021200063X>

