

**Valor nutricional del ensilaje de piña (*Ananas comosus*) como alternativa  
nutricional para bovinos**

**NOMBRE**

**Johan Sebastian Zambrano Junca**

**Universidad De Cundinamarca**

**Facultad De Ciencias Agropecuarias**

**Zootecnia - 2023**

## **Resumen**

El ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. Dicho proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad, lo cual posibilita aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados. En los últimos años, la necesidad de conservación del medio ambiente ha hecho de los residuos orgánicos, una alternativa para el reciclaje de nutrientes, además de las grandes bondades y ventajas económicas para pequeñas poblaciones.

En esta revisión, se analizan varios trabajos desarrollados entre 2005 y 2010 que confirman el aporte nutricional de residuos orgánicos como la piña (*Ananas comosus*) con la planta entera, rastrojo (hojas, hijos y tallo), corona, corazón, cáscara y pulpa de la fruta, tallo y raíces, para optimizar su uso en la alimentación de animales rumiantes. Así, se permite identificar la eficacia de estos ensilajes hechos con estos residuos agronómicos, ya que se ha visualizado que tiene resultados positivos en producción láctea.

**Palabras clave:** residuos orgánicos, rumiantes, fermentación, ensilaje, bovinos y nutrición.

## **Abstract**

Silage is the anaerobic fermentation of soluble carbohydrates present in forages to produce lactic acid. This process allows food to be stored at harvest times while preserving quality and palatability, which allows increasing the stocking rate per hectare and replacing or supplementing concentrates. In recent years, the need for environmental

conservation has made organic waste an alternative for nutrient recycling, in addition to the great benefits and economic advantages for small populations.

In this review, several works carried out between 2005 and 2010 are analyzed that confirm the nutritional contribution of organic residues such as pineapple (*Ananas comosus*) with the whole plant, stubble (leaves, shoots and stem), crown, heart, peel and pulp of the fruit, stem and roots, to optimize its use in feeding ruminant animals. Thus, it is possible to identify the effectiveness of these silages made with these agronomic residues, since it has been shown to have positive results in milk production.

**Key words:** organic waste, ruminants, fermentation, silage, bovine and nutrition.

### **Introducción**

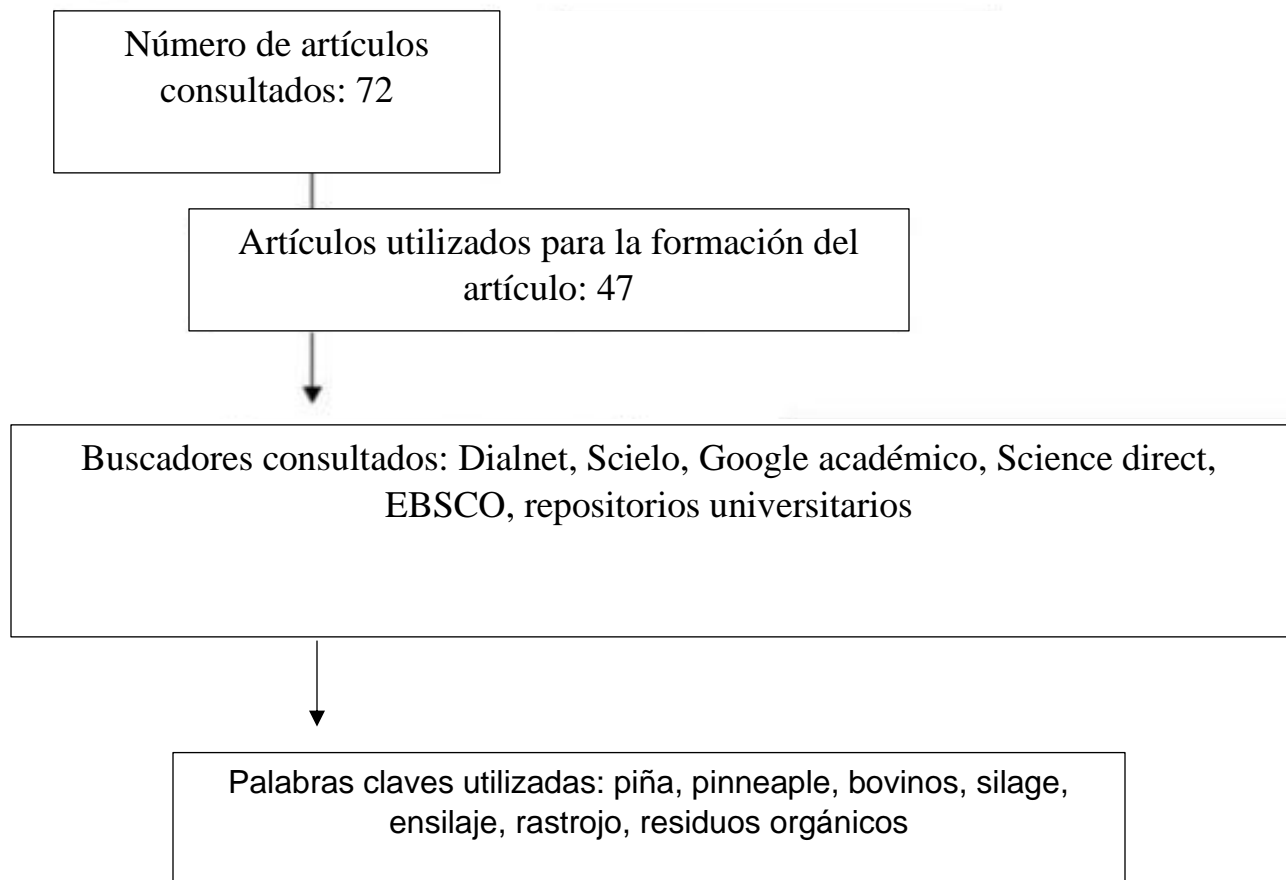
Se ha estimado, que la ganadería es la principal fuente de ingresos de alrededor de 200 millones de familias de pequeños productores en Asia, África y América Latina, y la única fuente de subsistencia para al menos 20 millones de familias por lo que se hace fundamental utilizar técnicas más avanzadas cada día, que satisfagan la creciente demanda (1). La ganadería depende en alto grado del suministro de alimentos balanceados, así como también del consumo de forraje, siendo este último quien aporta el mayor contenido de proteínas, minerales y energías de la ración (2).

En la actualidad, por el alza de precio en las materias primas utilizadas en la elaboración de alimento para el ganado se ha incentivado a que se busquen alternativas para aumentar la cantidad y calidad de alimentos para los animales; es ahí donde el ensilaje juega un papel muy importante ya que ha sido una de las medidas de disposición inmediata ante los problemas de escasez de recursos forrajeros (3).

Por ende, la principal necesidad de conservar forrajes es el hecho de poder suplementar el alimento en aquellos meses donde el crecimiento de los pastos es limitado por las estaciones del año (4). De esta manera se puede suplementar la misma cantidad de alimento durante todo el año, y a la vez mantener los nutrientes en el forraje conservado (5). Sin embargo, el uso de ensilaje no solamente se utiliza durante la época seca, sino que puede suplementarse durante todo el año realizando un buen plan de conservación de forraje que garantice un flujo continuo de alimento de muy buena calidad (6) (7). Por lo tanto, el presente artículo de revisión estudia el ensilaje de residuos agronómicos como la piña, para así mismo analizar si es una buena estrategia para suplementar el ganado, aumentando su digestibilidad y producción.

## Materiales y Métodos

---



## Resultados

La piña es la tercera fruta tropical de importancia económica en el mundo, su producción mundial fue de 27,816,403 toneladas, obtenidas en una superficie cosechada de 1,077,920 hectáreas, por lo que el rendimiento promedio quedó en 25.8 toneladas por hectárea, según la información presentada en FAOSTAT para el año 2020 (8). Estando Filipinas, Costa Rica, y Brasil entre los primeros productores. Por lo tanto, se produjeron 27,816,403 toneladas, por lo que se tuvo una variación de -1.4% con respecto a las

28,216,306 toneladas de 2019; además, el promedio de la variación interanual para el período 2011-2020 fue de 2.7%, comparado con el 3.6% que se tuvo entre 2001-2010 (8)

Colombia por su parte, ha aumentado su producción de piñas. Según los reportes hechos por el portal frutícola en septiembre del año 2022 (9), fue desde 1989 que se iniciaron las primeras exportaciones de piñas a Estados Unidos teniendo un costo aproximado de USD 122 lo que equivalía a 388 toneladas. Y fue a partir de allí que el consumo per cápita en el país empezó a comportarse de forma constante, llegando a generar alzas del 9% cada año en las importaciones. En cuanto a cifras más recientes, la producción nacional de piña para el año 2021 finalizó en 927.050 toneladas, representando un incremento del 3,0% frente al año 2020 (10) (11). De esta manera es posible asegurar que Colombia puede proveer piña todo el año pues entre enero y julio del 2022, Colombia realizó exportaciones con un valor de USD 1.1 millones a Estados Unidos, al compararlo con el mismo periodo de tiempo del año 2021 se deduce que hubo un incremento del 27% (12).

Por lo tanto, al haber una alta producción de esta fruta, se obtienen residuos, como la planta entera, los rastrojos (plantas sin raíces), las coronas, los tallos, las cáscaras, la pulpa y el corazón; materiales con alto potencial para su utilización en la alimentación de animales rumiantes (13). De acuerdo con Gómez (14), por cada hectárea de cultivo de piña cosechada quedan entre 200 y 250 toneladas de material verde (planta entera) que no tiene uso y presenta potencial para ser utilizado en la alimentación de rumiantes. También, el uso de las coronas del fruto como alternativa alimenticia para el ganado

lechero que está en crecimiento (15), ya que estas equivalen entre el 9 y 11% del peso fresco del fruto (190 – 260 g) de acuerdo con la densidad de siembra y cultivar (16).

Las investigaciones de Lazo et. al (17) en Costa Rica, demuestran que los subproductos del cultivo de la piña poseen una composición nutricional similar a forrajes utilizados en sistemas ganaderos y que pueden ser conservados por medio de la técnica del ensilaje para luego ser utilizados-; de la misma manera, trabajos realizados en sistemas de producción en Brasil (18) y Estados Unidos (19), recomiendan de forma favorable el uso de los subproductos de la piña en alimentación de animales rumiantes.

En el estudio de Cedeño (20) la pulpa presentó un valor alto de MS (Materia Seca); sin embargo, este comportamiento se puede deber al proceso que recibieron los materiales evaluados, ya que la pulpa obtenida posterior a la extracción del jugo era deshidratada para mejorar su calidad; este efecto se repite en otros subproductos. Araiza et. al (21) realizaron estudios a nivel nacional que indican que los rastrojos poseen contenidos entre 7 y 13% MS, ya que se considera que es un material que no puede utilizarse como base para la alimentación de rumiantes, sino como un complemento dentro de una ración completa.

En otros países como Costa Rica los sistemas de producción de bovinos de leche utilizan entre 13 y 15 kg de corona fresca/animal/día (22). En este mismo estudio, se dice que se evidencia un aumento en la producción láctea cada vez que se aumenta la proporción de piña en la dieta del animal, siendo un factor sumamente favorable para el productor.

López Herrera y otros autores citan que de acuerdo con la NRC

“Una vaca de 454 kg de peso corporal, que produce 20 kilogramos de leche con 4% grasa/día, debe consumir 16 kg MS/día. Al sustituir el 100% o el 50% de la dieta diaria con subproductos de piña el consumo en kg de material verde de cada subproducto sería entre 13,5 y 106,6 kg” (23).

Sin embargo, el consumo de materia seca potencial de los materiales como porcentaje del peso vivo según la ecuación que relaciona la fibra detergente neutra con el consumo, demuestra que los subproductos de la piña se encuentran entre 1,69 – 2,60% del peso corporal, lo que significa que los subproductos podrían aportar únicamente un 7,67 a un 11,80 kg de MS; de esta manera es posible inferir que dichas materias primas no llegan a ser capaces de suplir lo requerimientos del animal descrito inicialmente (23).

**Tabla 1.** Cantidad de material verde (kg/día) estimado para cubrir el requerimiento de 16 kg de materia seca de una vaca de 454 kg que produce 20 kg de leche/día con 4% de grasa.

Requerimiento diario	SUBPRODUCTO (Kg/día)						
	Pasto estrella africano	planta entera	rastrojo	Corona	Pulpa y cáscara	Raíces	Tallo
100%	72,4	63,5	106,6	94,1	54,23	27,1	52,9
50%	36,2	31,7	53,3	47,1	27,1	13,5	26,5

Fuente: Salazar (Citado por López-Herrera) (2007)

Rojas et. al (24) realizaron un estudio similar incluían heno, PCD (Pulpa de Cítricos Deshidratada) y urea, donde encontraron que el contenido de MS de los tratamientos se vio afectado de manera significativa por la inclusión los dos primeros ingredientes ya mencionados, no obstante, la inclusión de urea no afectó. Sin embargo, en este estudio, revelan que el contenido de MS de las coronas sin aditivos fue bajo, debido a estructuras



en las hojas de la planta y las coronas donde se almacenó el agua, además, ocurre una acumulación de agua por la técnica utilizada de microsilos. En el caso de los tratamientos donde se adicionó heno y PCD, se dio un incremento en el contenido de MS conforme se aumentó el porcentaje de inclusión de estos materiales, este incremento fue similar al obtenido por Chávez (25) quien trabajó con pollinaza y la PCD, respectivamente. El contenido de MS en todos los tratamientos fue menor que el obtenido por Arcentales (26) (14,78%) Salas et. al (27) (22,52%) en planta entera con cáscaras de piña. Por otra parte, Guerra (28) con rastrojos (13,91%), y con ensilados de cáscara y pulpa (13,4%), mostraron resultados similares a los obtenidos en los tratamientos con adición de heno y PCD, aunque el tratamiento control presentó contenidos menores de MS. Los tratamientos con 10% de inclusión de PCD presentaron contenidos menores de MS con respecto a los valores presentados por López et al. (2009), lo cual se podría relacionar con el material utilizado, donde las coronas de piña presentaron un menor contenido de MS con respecto a los rastrojos, utilizados en la investigación de los autores mencionados.

En lo que se refiere a Proteína Cruda (PC), en la mayoría de los subproductos, WingChing et. al (29) menciona en su investigación que fue menor al 8%, identificando que el dato más bajo se obtuvo en el corazón de la fruta. Sin embargo, hubo subproductos que alcanzaron niveles de 10 y 11% de PC. El contenido de PC que se obtuvo demuestra que no hay un adecuado aporte de este nutrimento cuando se incluyen este tipo de materiales en una dieta para animales, por lo que se deben complementar con alimentos altos en PC, ya que posiblemente se podría reducir la producción de leche

y la ganancia de peso en los animales. Los resultados obtenidos concuerdan con los trabajos Arce (30), Choez (31) y Serrano (32).

Mientras que Pazmiño (33), evaluó ensilados con un contenido de PC que fue mayor que los valores presentados por Ramírez et al. (5) (7,08 – 8,24% MS), López (13) (8,83% MS) debido a que según manifiestan en sus resultados, las coronas poseen un mayor contenido de PC que otros subproductos de la piña (rastrosos, cáscaras, cáscara y pulpa, respectivamente); además, estos estudios realizaron la inclusión de urea, que aparentemente acentúa esta diferencia; lo cual favorece el uso de aditivos para la conservación de las coronas de piña y su eventual suministro en la dieta de animales rumiantes.

En cuanto a la pared celular Molina (34) encontró que las raíces presentaron el mayor contenido de FDN (Fibra Detergente Neutra), FDA (Fibra Detergente Ácida) y lignina, esto se debe a las características leñosas que posee. El encontrar una alta lignificación es negativo para la digestibilidad de los forrajes, pues disminuye la calidad de estos (16). En cuanto al tallo de la planta, Salazar (35) encontró valores más bajos de FDN, siendo esto un indicador positivo ya que permite un mayor consumo de materia seca por parte de los animales, según Belyea et al. (36). Sin embargo, Gutiérrez (37) aseguró la inclusión de heno aumentar el contenido de FDN en los ensilados, pero las diferencias no son muy significativas.

Junior (38) asegura que los carbohidratos, en los rastrosos, la pulpa y la cáscara tuvieron los valores más altos de hemicelulosa, sin embargo, la cáscara presentó el menor contenido de este, indicando que cuando se mezcla la cáscara con la pulpa hay

mayor aporte de hemicelulosa por parte de la pulpa. En lo que respecta a la lactancia, el mayor contenido de energía para la producción de leche se encontró en las plantas enteras, coronas y rastrojos, por el contrario, el menor contenido lo presentaron las coronas (39).

En cuanto a las necesidades nutricionales, se conoce que una vaca de 454 kg de peso corporal en media lactación con una producción de 10, 20 o 30 kg de leche, 4% grasa y un 3,5% de proteína, requiere un consumo de 12,4 kg MS/día en el primer caso; 16,0 kg MS/día para el segundo y 19,5 kg MS/día para el tercero. Es necesario que la cantidad de energía que provee cada uno de los niveles de consumo debe estar en 15,6; 23,2 y 30,9 Mcal ENL/día para que así el animal pueda mantener los niveles de producción mencionados. Al comparar el aporte de piña sin restricción por consumo con respecto a los requerimientos del NRC (2001) (26) se llega a la conclusión de que la utilización de los subproductos de piña tiene los resultados deseados en un animal que produce los 10 kg de leche. Pero, al momento de aumentar el requerimiento de materia seca del animal, es más difícil obtener la cantidad de energía necesaria para la producción óptima de leche, por ende, es necesario recurrir a suplementos con un mayor aporte energético, si se pretende alcanzar mayores niveles de producción (14).

Por su parte, Lazo et. al (17) indican que en su estudio se obtuvieron niveles inferiores al 7% de PC, esto asociado a bajos consumos, teorizando con que se genera un ambiente ruminal limitante para el desarrollo las bacterias, lo que disminuiría la tasa de digestión de la fibra y la tasa de pasaje ruminal. En consecuencia, se reduce el consumo de MS, la ganancia de peso y el rendimiento de los animales. Sin embargo,

menciona que este consumo también depende de las condiciones climáticas y de confort del animal, pero propone una estrategia para aumentar el consumo mediante suplementación proteica, o con adición de fuentes nitrogenadas en las mezclas, tales como: urea, harina de soya o pollinaza; lo cual podría ser material de experimentación para futuras investigaciones.

Los beneficios notables en los estudios ya mencionados aportan una alta producción de materia seca, para utilizarla en la producción de carne y leche. Ya que en general, aportan buen nivel de palatabilidad, un alto contenido de humedad, y alto contenido de carbohidratos (16). En bovinos alimentados con dietas suplementadas con subproductos de naranja o piña utilizado como energético, se observa un mayor aumento de peso comparado con los alimentados con pastos naturales, sin rechazo, con buena palatabilidad y sin alteraciones digestivas (40). Ovinos alimentados con dietas que contengan los mismos ingredientes, tienen una mejor conversión alimenticia que los alimentados con dietas tradicionales. Además, la carne obtenida tiene menor proporción de grasa de entre los músculos, y mejoran sus características organolépticas de color, olor y sabor (41). Los desechos de la piña pueden reemplazar la porción de fibra en la dieta, en parte o en su totalidad (42) y en parte los cereales en la dieta de los animales de carne (43). Los desechos de piña son muy apetecibles y digeribles (73-75% de digestibilidad) en el ganado bovino, ovino y caprino (42). Los residuos de piña fermentada son menos ácidos que los residuos frescos y animales prefieren los primeros (17). Los residuos de piña ensilada pueden usarse como alimento para alimentado para bovinos, hasta un 70% de la dieta con un suplemento de proteína y 2.5 kg forraje fresco, lo cual da lugar a ganancias de peso diarias altas (1 kg/día) y también disminuye el costo de la

alimentación (29). También podría reemplazar hasta el 60 por ciento de ensilaje de maíz sin afectar las ganancias diarias de peso (30). El ensilaje hecho de 80% de los desechos de piña y el 10% de cama de pollo con melaza, además de aditivos, reduce el costo del alimento. Los residuos de piña mezclados con paja de arroz podrían reemplazar hasta un 50% de fibra en la ración total mezclada del ganado lechero, sin afectar la producción de leche (32).

## **Conclusiones**

- El valor nutricional de los rastrojos de piña frescos depende de la composición de los rastrojos; ya que varios autores aseguran que los porcentajes de materia seca varían según el subproducto, la concentración de proteína varía dependiendo de dónde provenga el ensilaje; ya sea de las hojas verdes, de las hojas secas, del tallo o de las raíces, esta última no siempre se incluye. La mayoría de los subproductos presentan altos contenidos de materia seca.
- El material que suele presentar mayor contenido nutricional son las coronas, esto puede deberse a que es un material de menor edad.
- Las coronas, rastrojos y plantas enteras poseen los mayores contenidos de esta energía; un dato importante para la producción de leche. Por el contrario, la cáscara es el material que posee menor contenido energético, sin embargo, posee más energía que la mayor parte de las gramíneas tropicales.
- Si se utiliza este tipo de ensilaje con plantas enteras, los bovinos de carne podrían obtener mejor proporción de grasa, mejorando características fisicoquímicas de la carne.

## Referencias

1. Gaviria, X., Naranjo, J., Bolívar, D., & Barahona, R. Consumo y digestibilidad en novillos cebuínos en un sistema silvopastoril intensivo. 2015. *Archivos de zootecnia*, 64(245), 21-27.
2. Peralta, A. (2020). " *Composición química de la piña (Ananas comosus) y los subproductos a nivel de campo como materia prima alternativa para la producción animal*". 2020. (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
3. Hernández, R., & Barragán, L. Impacto y oportunidades de biorrefinería de los desechos agrícolas del cultivo de piña (Ananas comosus) en Costa Rica. 2018. *Cuadernos de investigación UNED*, 10(2), 455-468.
4. Rani, D, y K. Nand. Ensilage of pineapple processing waste for methane generation. 2014. *Waste Management* 24: 523-528.
5. Ramírez, J., Loya, J., Ulloa, J., Rosas, P., Gutiérrez, R., & Silva, Y. Use of fish waste and pineapple peel to produce biological silage. 2021. *Abanico veterinario*, 10(1), 1-12.
6. Azevêdo, J, Filho, S., Detmann, E., Pina, D., Pereira, L., De Oliveira, K., FERNANDES, H., SOUZA, N. Predição de frações digestíveis e valor energético de subprodutos agrícolas e agroindustriais para bovinos. 2011. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40(2), 391 – 402.
7. Chillambo, J, Iglesias, J., & Rincón, E. (2020). Ensilaje de arbustivas forrajeras para sistemas de alimentación ganadera del trópico altoandino. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(3), 285-301.
8. Cevallos, J., Galeas, M, Espinoza, V., Moreno, E, Ferrín, L. Calderón, C., & Solórzano, B. Influencia del residuo de piña sobre la presencia de lactobacilos homo y heterofermentativos en el ensilaje de pasto Cuba-CT115. 2016. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(1), 16-24.
9. Portal frutícola. Costa Rica y Colombia siguen creciendo en la exportación de Piñas hacia EE. UU. 2022.  
<https://www.portalfruticola.com/noticias/2022/09/22/costa-rica-y-colombia-siguen-creciendo-en-la-exportacion-de-pinas-hacia-ee-uu/>
10. Cunha, M, Oliveira, E., Ramos, Alcântara, M. Conservação e utilização do resíduo de abacaxi na alimentação de ovinos no curimataú ocidental da paraíba. 2009. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuaria* 3 (3): 55-62.
11. Abarca, L. Producción y rendimiento del cultivo de la piña (ananas comosus) en Costa Rica, periodo 1984-2014. 2018. *e-Agronegocios*, 4(2).
12. MinAgricultura. Cadena de la Piña. 2021.  
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Pasifloras/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales%20PI%C3%91A.pdf>
13. López, M. Sistemas Alternativos de producción: El caso de la producción orgánica. 2015. *Nutrición Animal Tropical*, 9(3), 48-59.

14. EASTRIDGE M. Influence of fiber intake on animal health and productivity. 1994. Tri-State Dairy Nutrition Conference. 45 p.}
15. Avellaneda, J. Detección de lactobacilos homo y heterofermentativos en el ensilaje de pasto Cuba-CT115 incluyendo concentraciones de residuo de piña. finca la María. 2015. UTEQ.
16. DIMARCO O.N., AELLO M.S., ARIAS S. Digestibility and ruminal digestión kinetics of corn silage. 2005. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 57(2):223-228.
17. Lazo, G. Rojas, A., Campos, C., Zumbado, C., & López, M. Caracterización fermentativa y nutricional de mezclas ensiladas de corona de piña con guineo cuadrado Musa (ABB) I. Parámetros fermentativos, análisis bromatológico y digestibilidad in vitro. 2018. *Nutrición Animal Tropical*, 12(1), 59-79.
18. Chacón, S. Caracterización del ensilaje de sorgo (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) como adición de cascara de piña. 2022.
19. Belyea, R., B. Steevens, G. Garner, J. Whittier, y H. Sewell, H. Using NDF and ADF to balance diets. 1996. Missouri University Extension: G3161. USA.
20. Cedeño, P. *Caracterización microbianas en ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum*) con la inclusión de cascara de piñas (*Ananas comosus*), maracuyá (*passiflora edulis*) y plátano (*Musa AAB*)*. 2016. (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
21. Araiza-Rosales, E., Delgado, E., Carrete, F., Medrano, H., Solís, A., Rosales, R., & Haubi-, C. Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz complementados con manzana y melaza. 2015. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 2(6), 255-267.
22. Gutiérrez, F., Rojas, H. Dormond, M. Poore, y R. WingChing. Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. 2013. *Agron. Costarricense* 27(1):79-89.
23. López-Herrera, M., WingChing-Jones, R., & Rojas-Bourrillón, A. Meta-análisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación animal. 2014. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 383-391.
24. Otagaki, K. Lofgreeng, E. Cobb, y G. Dull. Net energy of pineapple bran and pineapple hay when fed to lactating dairy cows. 2011. *J. Dairy Sci.* 44:491-497.
25. Chávez, M. Obtención de parámetros tecnológicos para la elaboración de fruta confitada de corazón (endocarpio) de piña (*Ananas comosus*) variedad Golden (hibrido MD-02). 2015.
26. Arcentales, E. (2020). " Composición química del ensilaje del pasto king grasas (*Penniselum hybridum*) con diferentes edades de corte e inclusión de rechazo de piña (*Ananas comosus*)" (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
27. Salas, G, Bourrillón, A, Campos, C., Ramírez, C., & Herrera, M. Caracterización fermentativa y nutricional de mezclas ensiladas de corona de piña con guineo cuadrado Musa (ABB) I. Parámetros fermentativos, análisis bromatológico y digestibilidad in vitro. 2018. *Nutrición animal tropical*, 12(1), 59-79.

28. Guerra, I. Características fermentativas y nutritivas de ensilajes de forrajes tropicales con diferentes niveles de inclusión de residuos agroindustriales de cáscara de maracuyá (*passiflora edulis*). 2016. Universidad de Córdoba (ESP).
29. WingChing, R., Redondo, M., Usaga, J., Uribe, L., & Barboza, N. Tipificación con secuencias multilocus en *Lactobacillus casei* procedentes de ensilados de cáscara de piña. 2021. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2), 508-522.
30. Arce, J., Rojas, A., & Poore, M. Efecto de la adición de pollinaza sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilado de subproductos agroindustriales de yuca (*Manihot esculenta*). 2015. *Agronomía Costarricense*, 39(1), 131-140.
31. Choez , E. (2016). *Estabilidad aeróbica de microsilos de pasto saboya (Panicum máximum) con inclusión de cascaras de residuos agroindustriales* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
32. Serrano, R. Suplementación con ensilaje de frutas en vacas doble propósito: digestibilidad y producción láctea. 2022. *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 1-13.
33. Pazmiño J. *Revisión del uso de desechos de frutas de maracuyá i (Passiflora edulis), taxo (Passiflora tripartita), guanábana (Annona muricata), manzana (Malus domestica), y piña (Ananas comosus)*. 2020. (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
34. Molina, S., & Urquijo, K. Uso de residuos agroindustriales en alimentación de ruminantes y métodos para mejorar su eficiencia de uso. 2021.
35. Salazar, S. Disponibilidad de biomasa y valor nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en el distrito de Quesada, cantón de San Carlos. Tesis de Licenciatura. 2007. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica
36. Belyea, R., B. Steevens, G. Garner, J. Whittier, y H. Sewell, H. Using NDF and ADF to balance diets. 1996. Missouri University Extension: G3161. USA. <http://extension.missouri.edu/p/G3161#ndf>
37. Gutiérrez, F., Rojas, H. Dormond, M. Poore, y R. WingChing. Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. 2013. *Agron. Costarricense* 27(1):79-89.
38. Junior, J., Da Costa, J. Neiva, y Rodriguez. N. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. 2006. *R. Ciênc.Agron.* 37(1):70-76.
39. McDONALD P., HENDERSON A.R. Buffering capacities of herbage samples as factor of silage. 1962. *Journal of Science Food and Agriculture* 13:395- 400.
40. JONES C.M., HEINRICHS A.J., ROTH G.W., ISHLER V. A. From harvest to feed: Understanding silage management. Pennsylvania State University. 2004. College of Agricultural Sciences. 2-11 p.
41. KELLEMS R., WAYMAN O., NGUYEN A., NOLAN J.C., CAMPBELL C.M., CARPENTER J.R. HO-A E.B. Post-harvest pineapple plant forage as a potential feedstuff for beef cattle: Evaluated by laboratory analyses, in vitro and in vivo digestibility and feedlot trials. 1979. *Journal of Animal Science* 48(5):1040-1048.



42. Muller, Z.O. Feeding potential of pineapple waste of cattle. 1978. Rev. Mond. Zotech. 25:25-29
43. Geoffroy, F. Lavigne, P, Mahe, Y., Saminadin, G. y Paul- Urbain- Georges, C. Use of silage made from pineapple canning wastes in the fattening of lambs and calves. 1984 Rev. Elevage Med Vet. Pay. Tropic. 37:326-330.