



## VARIACIÓN DEL TIEMPO DE PRE-SECADO EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILAJE DE PASTO *Brachiaria brizantha* cv. Marandú

*VARIATION OF PRE-DRYING TIME IN Brachiaria brizantha cv. Marandú GRASS SILAGE  
PRODUCTION*

Rodrigo Enrico Desvars Benítez<sup>1</sup>, Carlos Alberto Mongelos Barrios<sup>2\*</sup> y Florencio David Valdez Ocampo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

<sup>2</sup> Profesor, Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción Paraguay.

\*Autor por correspondencia: [carlos526mongelos@hotmail.com](mailto:carlos526mongelos@hotmail.com)

### RESUMEN

Este experimento fue realizado con el objetivo de determinar el tiempo de pre-secado apropiado para la realización del ensilaje del pasto marandú. El experimento fue realizado en el laboratorio de la FCA de la UNC, con la realización del ensilado en la colonia Cnel. Mongelós. El diseño experimental utilizado fue Completamente al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron tiempos de pre-secado de 0, 2, 4, 6 y 8 horas después del corte, a pleno sol. La gramínea fue cosechada con aproximadamente 45 días de rebrote y permaneció ensilada por 45 días en silos experimentales de caños de PVC. Se determinaron los niveles de Materia Seca Total (MST), Proteína Bruta (PB), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA). Los resultados obtenidos fueron los siguientes, para la determinación de MST se obtuvieron mejores resultados con 2, 4 y 6 horas de pre-secado, mientras que para los porcentajes de PB y FDN se apreciaron mejores resultados realizando un pre-secado de 0 y 2 horas respectivamente, en cuanto al porcentaje de Fibra Detergente Ácida no se encontraron diferencias significativas.

**Palabras clave:** Materia seca, Proteína bruta, Fibra detergente neutro, Fibra detergente ácida.

### ABSTRACT

This experiment was carried out with the objective of determining the appropriate pre-drying time for the realization of the silage of the marandú grass. The experiment was carried out in the laboratory of the FCA of the UNC, with the realization of silage in the colony Cnel. Mongelós. The experimental design used was Completely Random with five treatments and four repetitions. The treatments were pre-drying times of 0, 2, 4, 6 and 8 hours after cutting, in full sun. The grass was harvested with approximately 45 days of regrowth and remained ensiled for 45 days in experimental silos of PVC pipes. The levels of Total Dry Matter (MST), Crude Protein (PB), Neutral Detergent Fiber (FDN) and Acid Detergent Fiber (FDA) were determined. The results obtained were the following: for the determination of MST, better results were obtained with 2, 4 and 6 hours of pre-drying, while for the percentages of PB and NDF, better results were obtained by pre-drying 0 and 2 hours respectively, as regards the percentage of Acid Detergent Fiber, no significant differences were found.

**Keywords:** Dry matter, Crude protein, Neutral detergent fiber, Acid detergent fiber.

## INTRODUCCIÓN

Ante condiciones climáticas adversas, la escasez de alimento provoca deficiencias nutricionales que resultan en una disminución de la producción de leche, carne, lana, huevos y otros productos; pérdida de peso; mayor predisposición a enfermedades; e incluso la muerte de los animales, especialmente cuando estas condiciones se combinan con lluvia, frío y viento. En muchos casos, los productores se ven obligados a comprar rastrojos de cosechas, mover a los animales en busca de alimento o incluso venderlos, para evitar su muerte, lo que los lleva a buscar alternativas nutricionales para enfrentar este periodo crítico (Harris, 2009).

El propósito de hacer ensilaje, es aprovechar el excedente de forraje producido en la época de lluvias, cultivos o sobrantes de cultivos y alimentar el ganado con este material durante la época crítica (Villarraga et al., 2007). El ensilaje es una opción ideal para la ganadería en países tropicales, donde la gran variedad de forrajes, la alta intensidad solar y las abundantes lluvias permiten múltiples cosechas al año, a diferencia de los países con estaciones, donde solo se puede cosechar una vez al año (Wilkins, 1999).

Por otro lado, el pre-secado permite el ensilado de plantas forrajeras con niveles más altos de humedad, en un proceso relativamente simple donde fermentaciones indeseables se controlan a través de la disminución de la actividad de agua o elevación de la presión osmótica. Por lo que la realización de un secado previo al proceso de ensilaje favorecería satisfactoriamente sobre la calidad del mismo (Blanco et al., 2016).

Un pre-secado adecuado de la hierba, se logra una mejor calidad de conservación en comparación con el forraje ensilado directamente (Grant et al., 2018), habiéndose sugerido, a tal efecto, la necesidad de conseguir un nivel mínimo de materia seca del 25% en la hierba preseca, antes de ensilar (Elferink, 2000).

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el tiempo de pre-secado apropiado para la realización del ensilaje en la especie *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue experimental cuantitativo. El experimento se desarrolló en el periodo comprendido entre junio y noviembre de 2017. El pasto a ensilar fue obtenida de la comunidad de la Colonia Coronel Mongelós circunscriptas en las coordenadas UTM ( $23^{\circ} 10' 56''$  S,  $57^{\circ} 26' 11''$  O), el proceso de ensilaje se desarrolló

en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción (FCA/UNC) y los análisis bromatológicos en el Laboratorio de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCV/UNA) situado en San Lorenzo (Central, Paraguay).

El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de  $26^{\circ}\text{C}$  con máximas que pueden llegar hasta  $45^{\circ}\text{C}$  en verano y mínimas de hasta  $4^{\circ}\text{C}$  en invierno, con leves incidencias de heladas. La precipitación media anual es de 1.400 mm, según datos proveídos por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC, 2017). Para el día del corte, la temperatura media fue de  $22^{\circ}\text{C}$  mientras que para la humedad media fue de 76 %. El suelo de la región posee las siguientes características: taxonómicamente pertenece al Orden Alfisol del Sub Grupo *Mollisol Paleudalf*, que se caracterizan por presentar una textura arenosa franca fina y débilmente estructurado en bloques subangulares pequeños (López et al., 1995).

El diseño experimental utilizado fue el de completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones totalizando 20 unidades experimentales. Los tratamientos (Tabla 1) consistieron en diferentes tiempos de pre-secado para el ensilaje de pasto *Brachiaria brizantha* cv Marandú. El corte del pasto fue realizado a partir de parcelas de  $12\text{ m}^2$ , las cuales fueron utilizados para el llenado de un microsil, La unidad experimental fue constituida por microsilos de caños PVC de 30 cm de altura y 10 cm de diámetro con una rejilla con algodón para la eliminación de efluentes.

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos. Concepción-Paraguay, 2017.

Tratamientos	Tiempo de pre-secado
T1	Pre-secado por 0 horas (Testigo)
T2	Pre-secado por 2 horas
T3	Pre-secado por 4 horas
T4	Pre-secado por 6 horas
T5	Pre-secado por 8 horas

Primeramente, se realizó un corte de uniformización del forraje *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, a los cinco días se llevó a cabo una fertilización a base de urea con una dosis de  $417\text{ kg ha}^{-1}$ , según los resultados del análisis de suelo; luego de 45 días se procedió al corte de la

pastura, seguido el pre-secado según los tratamientos descriptos anteriormente. Posterior al pre-secado se procedió al corte y picado del pasto con la maquina forrajera, realizando cortes de 2,5 cm para luego cargar al recipiente de caño de PVC con una aplicación de acidificador para mejorar la calidad fermentativa. A continuación, se realizó la compactación consiguiendo en el silo condiciones de anaerobiosis, para evitar las pérdidas por respiración y evitar el desarrollo de microorganismos aerobios. Para ello fue importante el rápido llenado y cierre del silo. Al terminar la carga se procedió al cierre total del recipiente y se buscó un lugar seguro donde se depositó el silo y permaneció durante 45 días en descanso, llegando a esos días mencionados se dio inicio a la apertura del material para realizar los estudios.

Una vez realizada la apertura de los microsilos se determinaron 4 características bromatológicas, de acuerdo con lo indicado por Urdaneta & Borges (2011) y la metodología de análisis descrito en Goes & Lima (2010). Las características bromatológicas evaluadas fueron:

Porcentaje de proteína bruta (PB), para la determinación del nitrógeno contenido en la materia orgánica donde fue utilizado el método de Kjeldahl; la materia seca total: para dicha determinación se utilizó una muestra del ensilaje la cual fue secada en estufa durante 24 horas.

Porcentaje de fibra detergente ácido (FDA): donde fue utilizado el método secuencial.

Porcentaje de fibra detergente neutro (FDN): también determinado por el método secuencial.

Todas las determinaciones bromatológicas se realizaron utilizando la metodología de rutina desarrollada en un Laboratorio de Bromatología.

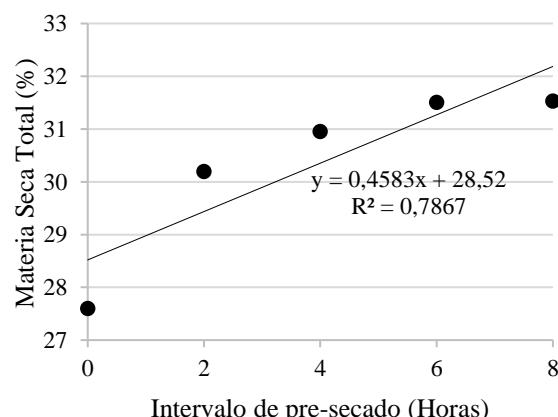
Los valores obtenidos para cada una de las determinaciones se sometieron a análisis de varianza mediante el Test de Fisher al 5 % para evaluar si se presentaron efectos significativos de los tratamientos y en caso positivo, para aquellas determinaciones afectadas, las medias de cada una de ellas fueron comparadas entre sí por el análisis de regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Materia Seca Total

En la Figura 1 se detalla la regresión realizada para la determinación de Materia Seca Total (MST) en el pasto *Brachiaria brizantha* Cv. Marandú relacionando con los tratamientos

(horas de pre-secado), se observa que la ecuación generada ( $y = 0,4583x + 28,52$ ), así también el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que fue de 0,78; la cual se ajusta a una ecuación lineal positiva. Como se puede apreciar en la Figura 1 los resultados del experimento indican que para el T1= 0 horas, T2= 2 horas, T3= 4 horas, T4= 6 horas, y T5= 8 horas de pre-secado se obtuvieron medias de 27,6; 30,1; 30,9; 31,5 y 31,5 % respectivamente. Este comportamiento ascendente de la Materia Seca Total se pudo haber dado a consecuencia del aumento del intervalo de tiempo del pre-secado, esto pudo ser debido a la influencia directa de los rayos solares que hicieron que se pierda contenido de agua del pasto cortado. En discrepancia con Soares et al. (2009) que trabajando con la influencia de la luminosidad en el comportamiento de forrajeras como *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, Tanzania y Mombasa encontró que la producción media de MST disminuye con relación a la intensidad lumínosa, De esta forma, el régimen de radiación fue la variable principal, por sus efectos en la fotosíntesis y otros procesos fisiológicos, como transpiración y absorción.



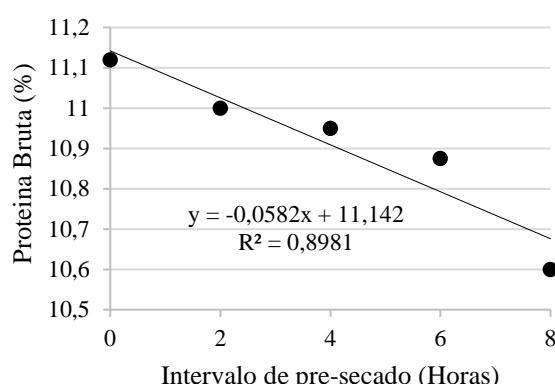
**Figura 1.** Análisis de regresión entre la Materia Seca Total relacionando con los tratamientos (horas de pre-secado).

Resultados similares fueron encontrados por Evangelista et al. (2004), utilizando cuatro tratamientos con 0, 2, 4, y 6 horas de exposición al sol, observando un aumento de 5,88 unidades porcentuales para el aumento de cada tratamiento de pre-secado. Obteniendo mejores resultados con seis horas de pre-secado en pleno sol, el tenor de MST fue elevado de 27,22 a 62,50%. De la misma forma Tavares et al. (2009) obtuvo resultados similares con un porcentaje de 27,93 % de MST. Esto se pudo haber dado debido al pre-secado realizado previo a la realización del ensilado.

Por otro lado, Ribeiro, (2007) obtuvo un promedio de 20 a 85 % de MST, estos resultados se obtuvieron sin la realización de pre-secado en variedades Marandú y Tanzania.

### Proteína Bruta

En la Figura 2 se detalla la regresión realizada para la determinación de Proteína Bruta en el pasto *Brachiaria brizantha* Cv. Marandú relacionando con los tratamientos (horas de pre-secado), se observa que la ecuación generada ( $y = -0,0582x + 11,142$ ), así también el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que fue de 0,89; lo que indica un ajuste a una ecuación lineal negativa.



**Figura 2.** Análisis de regresión entre proteína bruta relacionando con los tratamientos (horas de pre-secado).

Se encontró diferencia significativa para la determinación de proteína bruta, presentando un ligero comportamiento descendente, al aumentar la cantidad de horas, disminuyendo su contenido debido al factor tiempo obteniéndose para el T1=11,12; T2=11; T3=10,96; T4=10,89; T5= 10, 6 %. La reducción de PB con relación al tiempo de exposición podría ser explicada por la teoría de dilución de nitrógeno, ya que existe un porcentaje de nitrógeno ideal para un determinado nivel de producción de Materia Seca Total.

Si aumentando la exposición al sol se produjera mayor producción de Materia Seca Total, eso diluye más el nitrógeno absorbido y translocado para las plantas expuestas por menor tiempo al sol, en las que la producción de Materia Seca Total fue menor. Esto ocurre porque la planta no está metabolizando todo el nitrógeno absorbido y convirtiéndolo en una acumulación de Materia Seca Total, puesto que las plantas adaptadas a la sombra tienden a priorizar reservas para el crecimiento del área foliar y para aumentar la concentración de clorofila (Fernández, 2015).

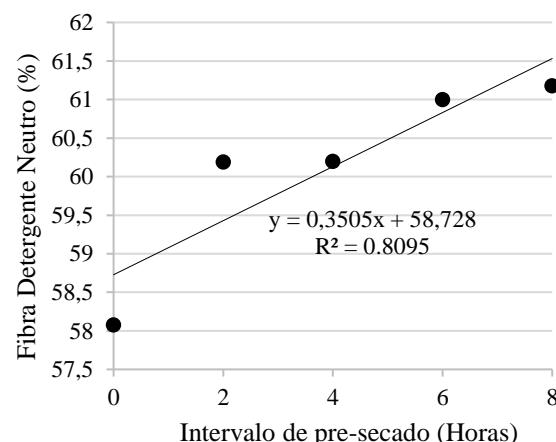
Resultados diferentes fueron observados por Evangelista et al. (2004), que no obtuvo diferencia significativa para los tenores de proteína bruta utilizando la variedad marandú en función a los diferentes tiempos de pre-secado cuyos resultados oscilaron entre 5,21 a 5,70%.

Por otro lado, en investigaciones similares, Soares et al. (2009) indican que plantas desarrolladas en pleno sol tuvieron un menor porcentaje de Proteína Bruta, con relación a los que estuvieron resguardados bajo sombra, esto pudo haber ocasionado la reducción de Proteína Bruta en este experimento a consecuencia de la exposición directa al sol durante el tiempo de pre-secado.

De la misma forma Kirchner et al. (2010) encontró resultados similares que podrían confirmar el mayor contenido de Proteína Bruta en las plantas no expuestas al sol, este fenómeno se relaciona con el mayor contenido de humedad, y por ende mayor contenido de proteína.

### Fibra Detergente Neutro (FDN)

En la Figura 3 se detalla la regresión realizada para la determinación de fibra detergente neutro en el *Brachiaria brizantha* Cv. Marandú relacionando con los tratamientos (horas de pre-secado), se observa que la ecuación generada ( $y = 0,3505x + 58,728$ ), así también el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que fue de 0,80; comportándose con tendencia lineal positiva.



**Figura 3.** Análisis de regresión entre Fibra Detergente Neutro relacionando con los tratamientos (horas de pre-secado).

Según los resultados obtenidos, se puede observar un leve aumento del porcentaje de FDN con relación al tiempo de pre-secado. Si bien no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos el T1=58,1;

T<sub>2</sub>=60,2; T<sub>3</sub>=60,2; T<sub>4</sub>=61 y T<sub>5</sub>=61,2 % respectivamente, se obtuvieron mejores resultados con los tratamientos de menor tiempo de pre-secado puesto que cuanto más baja sea la FDN; mayor será el consumo. Resultados similares fueron apreciados por Evangelista et al. (2004), quienes evaluando los efectos del pre-secado sobre la composición bromatológica del ensilaje de estrella púrpura (*Cynodon nlemfluensis*), no encontraron diferencia significativa en los contenidos de fibra en detergente neutro (FDN) variando los niveles entre 67,65 y 69,39%.

Méndez (2005) realizando tres tiempos de pre-secado (0, 2 y 5 horas) en *Brachiaria* sp. híbrido Mulato encontró que el contenido de FDN aumentó con relación al intervalo de pre-secado (52,63 a 59,97), existiendo una correlación positiva entre el contenido de MST y el contenido de FDN.

#### Fibra Detergente Acida (FDA)

Según el análisis estadístico del cuadro de datos no se encontraron diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de Fibra Detergente Ácida del *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, con relación a los diferentes tratamientos utilizados en esta investigación (Tabla 2). Cuanto menor sea la cantidad de FDA, mayor será la digestibilidad.

**Tabla 2.** Comparación de medias para la determinación de FDA en *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

Trat.	Descripción	FDA (%)
2	Corte y pre-secado por 2 horas	31,89 a
4	Corte y pre-secado por 6 horas	31,82 a
1	Corte y pre-secado por 0 horas (Testigo)	31,04 a
3	Corte y pre-secado por 4 horas	29,97 a
5	Corte y pre-secado por 8 horas	27,95 a
C.V. (%)		6,10

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el Test de Tukey al 5 % de probabilidad. FDA: Fibra detergente ácida. C.V.: Coeficiente de variación.

En investigaciones similares, Obispo et al. (2008) estudiando los niveles de sombra sobre *Panicum maximun* observaron que los constituyentes de la pared celular (FDN y FDA) incrementaron significativamente al disminuir los niveles de sombra. Estos valores oscilaron entre 69,9 a 76,6 y 33,9 a 42,6 para FDN y FDA, respectivamente, reflejándose la relación entre la exposición al sol con el porcentaje de FDN.

Por otro lado, Paciullo et al (2007), estudiando la Morfo-fisiología y el valor nutritivo del pasto *Brachiaria* sobre el sombreado natural y a pleno sol, observó una reducción de FDA con relación a los mayores niveles de sombra.

#### CONCLUSIONES

La Materia Seca Total se pudo observar que, con intervalos mayores, aumentan los porcentajes. Por el contrario, el porcentaje de Proteína Bruta fue disminuyendo al aumentar el intervalo de pre-secado. Obteniéndose mejores resultados con 0 y 2 horas.

En cuanto al porcentaje de Fibra Detergente Neutro se apreciaron mejores resultados realizando un pre-secado de 0 a 8 horas respectivamente. Por otro lado, el porcentaje de Fibra Detergente Ácida no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco, V. Y., Durañona, H., & Acosta-Roca, R. (2016). Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 105–114.
- DINAC (Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, Py). (2017). *Datos meteorológicos*.
- Elferink, S. J. W. H. O., Driehuis, F., Gottschal, J. C., & Spoelstra, S. F. (2000). Silage fermentation processes and their manipulation. *FAO Plant Production and Protection Papers*, 17–30.
- Evangelista, A. R., Abreu, J. G. D., Amaral, P. N. C. D., Pereira, R. C., Salvador, F. M., & Santana, R. A. V. (2004). Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurcemento. *Ciência e Agrotecnologia*, 28, 443–449. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000200027>
- Fernandez, M. A. (2015). *Evaluación de parámetros energéticos-proteicos y*

- productivos del Panicum maximum y P. coloratum, en diferentes estados de madurez y por efectos de defoliaciones periódicas. Su impacto sobre los sistemas de producción de carne bovina* (Tesis doctoral). 171 p.
- Goes, R. H. D. T., & Lima, H. L. (2010). *Técnicas laboratoriais na análise de alimentos*. Coleção Cadernos Acadêmicos. 50 p. <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3106>
- Grant, R. J., & Ferrareto, L. F. (2018). Silage review: Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behavior. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4111–4121.
- Harris, M. (2009). *Bueno para comer*. Madrid: Alianza.
- Kirchner, R., Soares, A. B., Sartor, L. R., Adami, P. F., Migliorini, F., & Fonseca, L. (2010). Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2371–2379. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001100009>
- López, O., González, E., De Llamas, P., Molinas, A., Franco, E., García, S., & Ríos, E. (1995). *Mapa de Reconocimiento de Suelos de la Región Oriental del Paraguay*. Asunción, PY: MAG/Banco Mundial/Gobierno del Japón/Servicio Geodésico Interamericano. Escala 1:500.000. Color. (Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra)
- Méndez, R. O. (2005). *Valor nutricional del ensilaje de Brachiaria sp. híbrido Mulato (pasto Mulato) a tres edades de corte y tres secados por edad* (Tesis doctoral, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2016). <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5237/1/CPA-2005-T056.pdf>
- Obispo, N. E., Espinoza, Y., Gil, J. L., Ovalles, F., & Rodríguez, M. F. (2008). Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 285–288. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692008000300027&lng=es&tlang=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300027&lng=es&tlang=es)
- Paciullo, D. S. C., Carvalho, C. A. B. D., Aroeira, L. J. M., Morenz, M. J. F., Lopes, F. C. F., & Rossiello, R. O. P. (2007). Morfofisiología e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 573–579. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000400016>
- Ribeiro, J. L. (2007). *Silagens de capins Marandu e Tanzânia avaliadas quanto às perdas de conservação, perfil fermentativo, valor nutritivo e desempenho de animais, na presença de aditivos químicos, microbianos e fontes absorventes de umidade* (Tesis doctoral, Universidade de São Paulo). <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-18072007-095736/en.php>
- Soares, A. B., Sartor, L. R., Adami, P. F., Varella, A. C., Fonseca, L., & Mezzalira, J. C. (2009). Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 443–451. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300007>
- Tavares, V. B., Pinto, J. C., Evangelista, A. R., Figueiredo, H. C. P., & Ávila, C. L. D. S. (2009). Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 40–49. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000100006>
- Urdaneta, J., & Borges, J. A. (2011). Características organolépticas, fermentativas y nutricionales de silajes mixtos de *Pennisetum* spp. híbridum. *Mundo Pecuario*, 7(2), 58–63. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/33443/1/articulo1.pdf>
- Villarraga, P. A. C., Castro, C. V. D., & Velasco, J. R. (2007). Análisis de los sistemas de producción ganaderos y selección de especies forrajeras por métodos participativos en zona de ladera del norte del Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(4), 647–655. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/cca/article/download/324223/20781395/110094>
- Wilkins, R. (1999). The future role of silage in sustainable animal production. En

*International Silage Conference; Silage Production in Relation to Animal Performance, Animal Health, Meat and Milk Quality.*  
<https://repository.rothamsted.ac.uk/item/852ww/the-future-role-of-silage-in-sustainable-animal-production>