

Uso de glicerina bruta en la reducción de pérdidas fermentativas de ensilaje de *Pennisetum purpureum*

Use of crude glycerin to reduce fermentation losses in *Pennisetum purpureum* silage

José Augusto Velazquez-Duarte^{1*}; Gustavo Daniel Vega-Britez¹; Nelson David Lesmo-Duarte¹
Marcos Arturo Ferreira-Agüero¹; Wilfrido Meza-Gimenez¹; Sixto Barreto-Pérez¹
Matheus Francisco Acosta-Resquin¹

Recibido para publicación: 08 de junio de 2022 - Aceptado para publicación: 10 de junio de 2022

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue verificar mejoras en el proceso fermentativo del ensilaje de *Pennisetum purpureum* cosechados en tres edades de corte con la inclusión de diferentes dosis de glicerina bruta (GB). El experimento fue realizado en un delineamiento completamente al azar en esquema factorial 4x3x3, cuatro dosis de glicerina bruta (0, 10, 20 y 30% de la materia seca [MS] ensilada) y tres edades de corte (30, 45 y 60 días) con tres repeticiones por tratamiento (minisilos). Fueron determinados, pH, producción de efluente (PE), pérdidas por gases (PG) y pérdidas de materia seca (PMS). Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza al 5% de probabilidad. Se ha verificado mejoras en el proceso fermentativo del ensilaje de *P. purpureum* con la adición de glicerina bruta y reducción de pérdidas. PE se redujo 12,05% para las dosis de 30% de glicerina bruta en el primer corte, para el segundo corte, se redujo del 17,63% en relación al T1 (Testigo) 0% de GB. Las reducciones en las PG en el primer y segundo corte fueron de 22,30% y 82,16% respectivamente, así también la mayor dosis (30% GB) fue la que arrojó mejores resultados con una reducción del 57,3 por ciento. En cuanto a PMS, el ensilaje producido con la mayor dosis de GB (30%) fue el que produjo mejor resultado comparando con las demás dosis. GB puede ser utilizada en el ensilaje de *Pennisetum purpureum* para promover mejoras en el proceso fermentativo y reducción de las pérdidas cualitativas.

Palabras clave: Agroindustria; Conservación de Forrajes; Subproducto; Rumiantes.

ABSTRACT

The objective of this research was to verify improvements in the fermentative process of *P. purpureum* silage harvested at three cutting ages with the inclusion of different doses of crude glycerin (CG). The experiment was carried out in a completely randomized design in a 4x3x3 factorial scheme, four doses of crude glycerin (0, 10, 20 and 30% of the dry matter [DM] ensiled) and three cutting ages (30, 45 and 60 days) with three repetitions per treatment (minisilos). pH, effluent production (EP), gas losses (GL) and dry matter losses (DML) were determined. The results were subjected to an analysis of variance at 5% probability. Improvements have been verified in the fermentation process of *P. purpureum* silage with the addition of crude glycerin and reduction of losses. PE was reduced 12.05% for the doses of 30% crude glycerin in the first cut, for the second cut, it was reduced from 17.63% in relation to T1 (Control) 0% of CG. The reductions in GL in the first and second cuts were 22.30% and 82.16% respectively, as well as the highest dose (30% CG) was the one that yielded the best results with a reduction of 57.3 percent. Regarding DML, the silage produced with the highest dose of CG (30%) was the one that produced the best result compared to the other doses. CG can be used in *P. purpureum* silage to promote improvements in the fermentation process and reduction of qualitative losses.

Key words: Agroindustry; Forage Conservation; By-Product; Ruminants.

Cómo citar

Velazquez-Duarte, J. A., Vega-Britez, G.D., Lesmo-Duarte, N. D., Arturo Ferreira-Agüero, M.A., Meza Gimenez, W., Barreto-Pérez, S. y Acosta-Resquin, M.F. 2022. Uso de glicerina bruta en la reducción de pérdidas fermentativas de ensilaje de *Pennisetum purpureum*. *Temas Agrarios* 27(2): 378-384. <https://doi.org/10.21897/ta.v27i2.3068>

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Pedro Juan Caballero, Paraguay

*Autor para correspondencia: José Augusto Velazquez-Duarte
Email: jose.velazquez@ar.una.py



INTRODUCCIÓN

Visto la necesidad de aumentar la productividad animal en función a la demanda constante, asegurar una dieta sostenible y de calidad puede contribuir al aumento de la eficiencia de la producción de bovinos, especialmente en confinamiento. Para este sistema de producción, una de las alternativas más eficiente es la conservación de forrajes, de acuerdo con Daniel *et al.* (2019) los cultivos tropicales tienen un alto potencial de producción durante la época de lluvias; por lo tanto, el ensilaje tiene un papel central en la conservación de alimentos en los trópicos. Sin embargo, los procesos fermentativos en la conservación de forrajes pueden determinar el éxito de la misma, en ese sentido, diferentes estudios tratan de desarrollar método más eficiente, minimizando las pérdidas que pueden ocurrir en este proceso, entre las alternativas más evaluadas son los subproductos de origen agropecuario, como la glicerina bruta.

La glicerina bruta es un subproducto resultante de la fabricación de biodiesel, donde cada tonelada producida, genera aproximadamente 100 kg de glicerina bruta. Con el aumento de los precios de los granos destinados a la alimentación de los rumiantes, se observa un creciente interés por el uso de alimentos alternativos, tanto en la producción de carne como de leche. En este grupo de alimentos alternativos, los subproductos agroindustriales tienen un papel destacado a cumplir, más todavía, en el caso de la glicerina bruta, su producción irá en aumento, esto, debido a la adición gradual del etanol en el diésel con el transcurrir de los años (Rodrigues, 2021).

Este subproducto puede ser utilizada como aditivo para estimular la fermentación del ensilado, ya que en su composición contiene glicerol, que es una rica

fuerza de energía para los microorganismos anaeróbicos, lo que puede favorecer el crecimiento microbiano y mejorar la calidad del proceso de fermentación, especialmente en pastos tropicales que contienen bajos niveles de carbohidratos fermentables, alto poder tamponante, exceso de humedad y bajo contenido de materia seca en la cosecha (Avila *et al.*, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Bolson *et al.* 2017).

La glicerina bruta es capaz de reducir las pérdidas en la fermentación sin acciones deletéreas sobre los inoculantes microbianos, produciendo mayores concentraciones de ácidos lácticos, que provocan disminución en la producción de ácido acético, mejorando así los parámetros de fermentación y nutricional de los forrajes conservados (Cunha *et al.*, 2019). Dicho el potencial de la glicerina bruta como alternativa de modular la fermentación y la necesidad de alternativas alimenticias de bajo costo, se propuso como objetivo en la presente investigación determinar la eficiencia de la glicerina bruta en la reducción de pérdidas fermentativas de ensilajes de pasto *Pennisetum purpureum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El cultivo del pasto *Pennisetum purpureum* fue realizado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, situado a 21 km de la ciudad de Pedro Juan Caballero, Paraguay. El delineamiento experimental se realizó en una parcela de 10m x 15m que fue dividida en tres partes para coleccionar el pasto en diferentes edades de corte, siendo 30, 45 y 60 días. Primeramente, se realizó un corte de uniformización del pasto a 15 cm del suelo para homogeneizar la pastura. Una vez realizado el corte, la masa recolectada fue picada con una forrajera EP-25 Gold de 3.5 hp, posteriormente fueron incluidos

cuatro dosis de glicerina bruta (0, 10, 20 y 30% en la materia seca MS ensilada). Para la determinación de la materia seca fueron sometidas muestras del forraje a una temperatura de 65°C por 72 horas antes del proceso de ensilado. La glicerina bruta utilizada en el trabajo se obtuvo de una industria de la ciudad de Dourados-MS, Brasil y presentó la siguiente composición química: densidad a 25 °C: 1,230; pH de 4,8; contenido de humedad de 6,40%; contenido de metanol 3,10%; contenido de glicerol 85,30%; sales (NaCl) 5,30%; glicerinoso 3,00%.

Como microsilos experimentales fueron utilizados tubos de PVC de 50 cm de altura y 15 cm de diámetro, conteniendo una cantidad de aproximadamente 2 a 3 kg de pasto *Pennisetum purpureum* picado y compactado. La compactación del material ensilado se realizó manualmente. Después del llenado de los silos se procedió a cerrar o sellar con lona plástica y cinta adhesiva, posteriormente fueron pesados y estacionados en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. Después de 80 días de fermentación, se procedió nuevamente al pesado de cada microsilo para la determinación de pérdidas por gases, pérdidas por efluentes (gr) y la determinación del pH siguiendo la metodología propuesta por Jobim *et al.* (2007).

Una muestra de aproximadamente 300 gramos de forraje de cada tratamiento, al momento del ensilado y posterior al ensilado, se sometió a secado a 55°C por 72 horas en estufa de circulación para determinar la materia seca inicial y final. La obtención del extracto acuoso y la medición del pH del material antes y después del ensilaje se realizó según la metodología propuesta por Kung Junior *et al.* (1984).

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza, seguidos de una prueba de Tukey al 5%, para buscar diferencias significativas entre los tratamientos; considerando como fuentes de variación la edad del corte y la dosis de glicerina bruta. Los análisis fueron realizados utilizando el software "R" 2020.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No fueron observadas diferencias ($P > 0,05$) en el pH entre las dosis de glicerina bruta evaluadas. El valor promedio del pH fue de 4,4 muy abajo del esperado para el ensilaje de pastos tropicales. Amaral *et al.* (2008) evaluaron el proceso fermentativo del pasto Marandú y obtuvieron pH medios de 5,8 en la abertura de los silos, lo que no evidencio una fermentación predominantemente láctica. De esta forma se puede concluir que la glicerina bruta no interfirió de manera negativa en la producción de ácidos grasos volátiles responsables de la reducción del pH.

Las pérdidas fermentativas fueron influenciadas por las dosis de glicerina bruta ($p < 0,05$) y edad del pasto. Fueron observados reducciones en las pérdidas de materia seca, pérdidas de efluentes y pérdida por gases en función de las dosis de glicerina bruta.

En la producción de ensilajes con pastos de mayor edad (60 días) no se registraron pérdidas de efluentes, en pastos cortados a los 30 y 45 días de edad presentaron pérdidas de 326,18 gramos y 88,61 gramos respectivamente, siendo el primer corte superior estadísticamente a los demás. Este comportamiento está influenciado por la edad de la planta (alto contenido de humedad). El mismo comportamiento fue observado por Santos e Zanine (2006) en ensilajes de caña de azúcar con edad de 11 meses, donde hubo mayores pérdidas en relación a la caña de azúcar con mayor edad (24 meses).

La glicerina bruta fue eficiente en la reducción de las pérdidas de efluentes, siendo observada una reducción del 12,05% para las dosis de 30% de glicerina bruta en el primer corte, para el segundo corte fue observada una reducción del 17,63% en

relación al T1 0% de glicerina bruta. Esto se debe a la baja concentración de agua (6,0%) presente en la glicerina bruta, que contribuyó para elevar la materia seca del ensilado y reducir la producción de efluente.

Tabla 1. Pérdidas fermentativas en pasto *Pennisetum purpureum* ensilados con dosis de 0, 10, 20 y 30% de glicerina bruta en la materia seca y cortados a los 30, 45 y 60 días de edad

Parámetro	Glicerina Cruda (%)				Edad de corte (Días)			EEM	P-valor		
	0	10	20	30	30	45	60		Glicerina	Edad	G x E
pH	4,58aA	4,39bB	4,4bB	4,44bB	4,31bB	4,52aA	4,51aA	0,048	0,0002	0,001	0,0053
PMS	22,14dD	23,31cC	24,73bB	26,39aA	20,35cC	22,64bB	29,44aB	0,37	0,0001	0,0001	0,0001
EP	123,5aA	110,5aA	155,7aA	150,5aA	326,2aA	79,02bB	0,0b	62,4	0,7826	0,0001	0,655
PG	164,74aA	234,49aA	178,71aA	213,96aA	451,31aA	142,62bB	0,0cC	75,59	0,6619	0,0001	0,5085

a, b, c, d Letras minúsculas diferentes en la misma fila indican diferencias significativas para %GC y EC
A, B, C, D Letras mayúsculas diferentes en la misma fila indican diferencias significativas cuando el valor P para %GC y EC es <0,05.

^{EEM} Error estándar medio

El ensilado producido con el pasto de mayor edad (60 días) no presentó pérdida de gases en función de las dosis de glicerina bruta utilizada. Las reducciones en las pérdidas de gases en el primer y segundo corte fueron de 22,30% y 82,16% respectivamente, este último ampliamente superior al primer corte. Así también la mayor dosis (30% GB) fue el que arrojó mejores resultados con una reducción del 57,3 por ciento. El mismo comportamiento fue observado por Dias *et al.* (2014) conforme fue adicionado glicerina bruta en el ensilaje de caña de azúcar, las pérdidas por gases fueron disminuyendo, caracterizando la respuesta del aditivo en reducir las pérdidas durante el proceso de fermentación. Este dato demuestra que la glicerina bruta favorece el proceso de fermentación, siendo que este efecto es mayor conforme aumenta la edad del pasto. Según Syahnar *et al.* (2018) la adición de GB mejora la calidad del ensilado y

presenta efectos perjudiciales en los perfiles de fermentación ruminal *in vitro*.

La glicerina bruta puede ser utilizada como aditivo estimulador de la fermentación del ensilaje, esto se debe a la presencia del glicerol en su composición, que es una fuente rica en energía para los microorganismos anaeróbicos (Krehbiel, 2008) lo cual puede favorecer el crecimiento microbiano e mejorar la calidad del proceso fermentativo, principalmente de los pastos tropicales que presentan bajos contenidos de carbohidratos prontamente fermentables, alto poder tamponante y bajo contenido de materia seca en el momento de la cosecha (Ávila *et al.*, 2006; Ferreira *et al.*, 2010). La GB en el ensilado es recomendado en sustitución a la dieta de maíz seco, permitiendo mayor digestibilidad de la MS con aprovechamiento eficiente de los nutrientes de la dieta, mejorando el desempeño animal

en el confinamiento (Bolson *et al.*, 2020), con aumento de la producción de propionato, sin alterar la producción de CH₄ (metano) (Gutierrez-Gomez *et al.*, 2020).

El ensilaje producido con la mayor dosis de glicerina bruta (30%) fue el que produjo mejor resultado comparando con las demás dosis, donde el T4 (30% GB) obtuvo un aumento de 13,02% de MS seguida por el T3 (20% GB) con valores de 12,92%, el T2 (10% GB) tuvo un aumento de 10,63% y finalmente el T1 (0% GB) fue el que obtuvo menor resultado con un aumento de 3,9%.

Por contener elevados tenores de materia seca, la inclusión de glicerina bruta contribuyo en el aumento del contenido de MS del ensilaje (Tabla 1), que según Rigueira *et al.* (2018) y Silva *et al.* (2019), la GB mejora el perfil de fermentación y la composición químico – bromatológico y características nutricionales (Machado *et al.*, 2019), siendo observado (Schwingel *et al.*, 2020) que, a mayor dosis de GB (60 g/kg), asociada a menor grado de pureza (40%), resulta en mayor valor nutricional y proporciona mejor conservación del ensilado, sin embargo, el exceso de humedad propicia condiciones para obtención de ensilajes butíricos de baja calidad, donde la descomposición de la proteína es elevada, con evidente disminución en el valor nutritivo y perdidas fermentativas (Castro *et al.*, 2006).

CONCLUSIÓN

La utilización de la glicerina bruta favoreció el proceso de fermentación reduciendo las pérdidas siendo que el efecto es mayor conforme aumenta la edad del pasto. En general, la dosis de 30% de glicerina bruta en relación con la materia seca ensilada es la que mejores resultados presentó.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que es un trabajo original y no existió conflicto de intereses de ningún tipo en la elaboración y publicación del manuscrito.

REFERENCIAS

- Ávila, C. L. da S., Pinto, J. C., Tavares, V. B. y Santos, Í. P. A. dos. 2006. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. *Revista Brasileira De Zootecnia* 35(3): 648–654. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000300004>
- Amaral, R. C. do., Bernardes, T. F., Siqueira, G. R., e Reis, R. A. 2008. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. *Revista Brasileira De Zootecnia* 37(6): 977–983. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000600004>
- Bolson, D. C., Pereira, D. H., Pina, D. S., Xavier, I. M., Barbosa, P. L., Carneiro e Pedreira, B. and Mombach, M. A. 2020. Corn silage rehydrated with crude glycerin in lambs' diets. *Tropical Animal Health and Production* 52: 3307–3314. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02362-y>
- Bolson, D., Pereira, D., Pina, D., Pedreira, B., Mombach, M. and Xavier, I. 2017. Fermentative and bromatological value of Piatã palisadegrass ensiled with different additives. *Archivos de Zootecnia* 66(256): 515-521. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49553571007>

- Castro, F. G. F., Nussio, L. G., Haddad, C. M., Campos, F. P. de., Coelho, R. M., Mari, L. J. e Toledo, P. A. 2006.** Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 7-20. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000100002>
- Cunha, S. S., Orrico Junior, M. A. P., Reis, R. A., Orrico, A. C. A., Schwingel, A. W., Reis, S. D. S. and Silva M. S. J. 2019.** Use of crude glycerine and microbial inoculants to improve the fermentation process of Tifton 85 haylages. *Tropical Animal Health and Production* 52: 871–879. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02082-y>
- Daniel, J. L. P., Bernardes, T. F., Jobim, C. C., Schmidt, P. and Nussio, L. G. 2019.** Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass and Forage Science* 74(2):188–200. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>
- Dias, A. M., Ítavo, L. C. V., Ítavo, C. C. B. F., Blan, L. R., Gomes, E. N. O., Soares, C. M., Leal, E. S., Nogueira, E. e Coelho, E. M. 2014.** Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 66 (6): 1874-1882. <https://doi.org/10.1590/1678-7349>
- Ferreira, A. C. H., Neiva, J. N. M., Rodriguez N. M., Lopes, F. C. F. e Lôbo, R. N. B. 2010.** Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. *Revista Ciência Agronômica* 41(4): 693-701. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400025>
- Gutierrez-Gomez, C., Vera, N., Allende, R., Williams, P., Astudillo, R. and Ávila-Stagno, J. 2020.** Linseed and glycerol in forage diets effect methane production and rumen fermentation parameters in a Rusitec semi-continuous system. *Animal Production Science* 60(7): 923-929. <https://doi.org/10.1071/AN18710>
- Jobim, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A. e Schmidt, P. 2007.** Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36:101-119. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>
- Kung Junior, L., Grieve, D. B., Thomas, J. W. and Huber, J. T. 1984.** Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. *Journal of Dairy Science* 67 (2): 299-306. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81302-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81302-8)
- Krehbiel, C. R. 2008.** Ruminant and physiological metabolism of glycerin. *Journal of Animal Science* 86: 392-399.
- Machado, S. M., Sales, E. C. J., Rigueira, J. P. S., Pires, D. A. S., Silva, A. F. e Monção, F. P. 2019.** Glicerina bruta melhora o valor nutricional de silagem de milho colhido em duas idades. *Revista Agrarian* 12(44): 204-213. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i44.8893>
- R Core Team. 2020.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

- Rigueira, J. P. S., Monção, F. P., Sales, E. C. J., Reis, S. T., Brant, L. M. S., Chamone, J. M. A., Rocha Júnior, V. R. and Pires, D. A. A. 2018.** Fermentative profile and nutritional value of elephant grass silage with different levels of crude glycerin. *Semina: Ciências Agrárias* 39(2): 833-844. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p833>
- Rodrigues, A. C. C. 2021.** Policy, regulation, development, and future of biodiesel industry in Brazil. *Cleaner Engineering and Technology* 4:100197. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100197>
- Santos, E. M. y Zanine, A. de M. 2007.** SILAGEM DE GRAMÍNEAS TROPICAIS. *Colloquium Agrariae* 2(1): 32–45. <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/107>
- Schwingel, A. W., Fernandes, T., Orrico Junior, M. A. P., Orrico, A. C. A., Junior, J. L., Reis, R. A. and Souza, R. O. 2020.** The quality of crude glycerine influences the fermentation and nutritive value of Piatã grass silage. *Revista Brasileira de Zootecnia* 49: e20200114. <https://doi.org/10.37496/rbz4920200114>
- Silva, M. C. A., Costa, N. M., Rigueira, J. P. S., Jesus, D. L. S., Silva, N. B. S., Silva Filho, W. S., Silva, J. T., Araújo, J. J. S., Rocha Júnior, V. R., Alves, D. D., Chamone, J. M. A. and Monção, F. P. 2019.** The effect of graded levels of crude glycerin in brs capiaçu grass silage: fermentation profile and bromatological composition. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 9(4): 597-602. <https://doi.org/10.1001.1.2251628.2019.9.4.2.6>
- Syahniar, T. M., Ridla, M., Jayanegara, A. and Samsudin, A. A. 2018.** Effects of glycerol and chestnut tannin addition in cassava leaves (*Manihot esculenta* Crantz) on silage quality and in vitro rumen fermentation profiles. *Journal of Applied Animal Research* 46(1): 1207–1213. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1485568>