

Efecto de un suero lácteo sobre la conservación de muestras de pasto taiwán (*pennisetum purpureum*) de la villa del rosario, estado Zulia

Carlos Barboza¹, Silvia Gonzalez¹, Waldo Urribarri¹ y Lidio Parra²

¹Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo-Venezuela.

²Escuela de Ingeniería de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo. Venezuela.

Correo electrónico: carlosebv9695@gmail.com y svga17@gmail.com

Recibido: 04-10-2019

Aceptado: 12-01-2020

Resumen

El presente trabajo de investigación surgió debido a problemas en la sustentabilidad del sector agropecuario venezolano y la necesidad de encontrar un aditivo económico y de fácil acceso para acelerar el proceso de fermentación del ensilaje en épocas de sequía. El objetivo general de esta investigación fue determinar el efecto de un suero lácteo sobre la conservación de muestras de pasto (*Pennisetum Purpureum*). Para ello fue necesario el análisis de distintos parámetros fisicoquímicos que se ven afectados por la fermentación anaeróbica en el proceso de ensilaje; a través de una revisión bibliográfica se seleccionaron el pH, el nitrógeno amoniacal, fibra cruda y la humedad por su relevancia a la hora de definir la calidad de la conservación. A su vez, se comprobó la existencia de bacterias ácido-lácticas en el suero a utilizar y asegurar su proliferación en las muestras posteriormente elaboradas de tal manera que se pudiera evaluar el efecto de este sobre la conservación del pasto a través de las propiedades fisicoquímicas anteriormente seleccionadas. Este trabajo se adapta a una investigación de tipo descriptivo con un diseño experimental de campo. Al comparar los análisis de las muestras elaboradas con y sin suero lácteo se observó en las muestras con y sin suero que la adición de éste disminuye la pérdida de fibra bruta (71,24% – 64,23%), acelera el descenso del pH (4,32 – 3,36), mantiene la humedad del pasto (73,62% – 75,30%) y causa que el nitrógeno amoniacal se produzca en menor proporción (0,747% – 0,457%). En conclusión, el suero lácteo en general, tiene un efecto positivo sobre los parámetros que determinan la calidad del ensilaje siendo un potencial cultivo iniciador de la fermentación.

Palabras claves: Pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*), conservación de muestras de pasto, efecto de sueros lácteos, bacterias ácido-lácticas, ensilaje, propiedades fisicoquímicas.

Effect of a dairy whey over the conservation of taiwan grass (*pennisetum purpureum*) samples

Abstract

The present research work arose due to problems in the sustainability of the Venezuelan agricultural sector and the need to find an economic additive and easily accessible to accelerate the process of silage fermentation in drought periods. The general objective of this research was to determine the effect of a dairy whey on the conservation of *Pennisetum purpureum*. For this, it was necessary to analyze different physicochemical parameters that are affected by anaerobic fermentation in the silage process; through a literature review, pH, ammoniacal nitrogen, crude fiber and moisture were selected for their relevance when defining the quality of conservation. Also, the existence of lactic

acid bacteria in the dairy whey to be used was verified and its proliferation ensured in the samples subsequently prepared in such a way that the effect of the latter on the conservation of the grass could be assessed through the bromatological properties previously selected. This work adapts to a descriptive research with an experimental field design. When comparing the analysis of the samples made with and without whey, it was observed that the addition of this decreases the loss of raw fiber (71,24% – 64,23%), accelerates the decrease in pH (4,32 – 3,36), maintains the grass humidity (73,62% – 75,30%) and also decreases the production of ammoniacal nitrogen (0,747% – 0,457%) being this the result of an improvement in grass conservation. In conclusion, in general, whey has a positive effect on the parameters that determine the quality of silage being a potential fermentation starter.

Keywords: *Pennisetum purpureum*, conservation of grass samples, effect of dairy whey, lactic-acid bacteria, silage, physicochemical properties.

Introducción

Uno de los métodos de conservación del forraje más utilizados en la ganadería venezolana en épocas de sequía es el ensilaje, el cual es una fermentación en ausencia total de oxígeno con actividad de bacterias ácido-lácticas las cuales impiden que el pasto se pudra, eliminando las bacterias dañinas que lo degradan a medida que acidifican el medio en el que actúan.

La actual situación del país ha llevado a los ganaderos a buscar alternativas debido a los altos costos de producción en los diferentes rubros de la ganadería, por lo tanto, se decidió investigar acerca de un posible sustituto de iniciadores lácteos económico, de fácil acceso y a su vez efectivo para promover la conservación del ensilaje, seleccionándose así el suero lácteo debido a que representa un desecho en la industria quesera.

En relación a lo anterior, el objetivo principal de esta investigación fue determinar el efecto de un suero lácteo sobre la conservación de muestras de pasto *Pennisetum purpureum* obtenido de la Villa del Rosario en el Estado Zulia; para ello fue necesaria la revisión bibliográfica de las características fisicoquímicas que varían en el proceso de ensilaje, luego comprobar la presencia de bacterias ácido-lácticas en el suero a utilizar y por último evaluar el efecto que tiene éste sobre la conservación de muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) a través del tiempo.

Para disminuir los costos de producción en el ensilaje se propuso el uso de un suero lácteo ya que podría ser un potencial acelerador de la fermentación, así como también ayudaría a conservar las propiedades fisicoquímicas en el ensilaje de pasto Taiwán surgiendo la siguiente pregunta de investigación: ¿Tendrá efectos positivos el uso de un suero lácteo en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)?

Fundamentos Teóricos

Para efectos de este estudio, fue necesaria la revisión de proyectos llevados a cabo por otros autores, que están relacionados a la investigación y sirvieron como referencia teórica.

López y Meneses[1]. Mejora del proceso de ensilaje del maíz por adición de lactosuero. Este estudio sirvió como base fundamental para la ejecución de la parte experimental ya que de ella se pudieron extraer los métodos adecuados para la preparación de las silobolsas, así como también los tiempos de incubación.

Berndt[2]. Composición nutricional y calidad de ensilaje de la zona sur. Esta investigación sirve como base sólida para conocer la variación de las características nutricionales del ensilaje según material de origen y aplicación de tecnologías (aditivos y premarchitamiento).

García *et al.* (2008)[3]. Viabilidad de probióticos en sustratos lácteos. Este artículo científico, aportó información acerca del tipo de bacterias ácido-lácticas presentes en el suero y a su vez las condiciones óptimas de temperatura y tiempo de incubación requeridos para la obtención de la mayor cantidad de dichas bacterias para su posterior aplicación en el pasto.

Definición del ensilaje.

Es el proceso mediante el cual se almacena y conserva, en depósitos denominados silos, forraje verde picado, utilizando la fermentación anaeróbica. En otras palabras, el proceso de ensilaje es una fermentación en ausencia total de oxígeno, con actividad de bacterias lácticas (Estreptococos y Lactobacilos, especialmente), que actúan sobre los carbohidratos del forraje. Durante el proceso, se produce una insuficiencia del ácido láctico que previene el deterioro del forraje y conserva su valor nutritivo. (Di Palma y Sánchez, 2011)[4]

Aditivos.

Son compuestos específicos que se agregan durante la confección de ensilajes dentro del silo (sobre el forraje cortado) con el propósito de mejorar las condiciones de fermentación y conservación. Actúan de diferentes maneras, dependiendo del tipo utilizado (Elizalde et al., 1996).[5]

Existen seis grupos principales de aditivos:

- Fuentes de carbohidratos fermentables como melaza, suero de quesería deshidratado y granos de cereales (Anrique, 1991a; Marti, 1992 y Elizalde et al., 1996)[5]
- Aditivos acidificantes como ácidos minerales, ácidos orgánicos, mezclas de formaldehído con ácidos, y sales de ácidos (Latrille, 1991 y Elizalde et al., 1996)[5]
- Aditivos biológicos como bacterias y enzimas (Anrique, 1991a; Marti, 1992; Merry et al., 1993 y Olivares, 1994)[6]
- Inhibidores del deterioro aeróbico como ácido propiónico y ácido fórmico (Latrille, 1991)[7]
- Absorbentes como cosecha seca de remolacha, pajas y henos (Alomar, 1991; Hofmann, 1993; Latrille y Alomar, 1993 y Olivares, 1994)[8]
- Fuentes de nitrógeno no proteico como urea (Phipps y Wilkinson, 1985). [9]

Bacterias ácido-lácticas.

Estas bacterias se caracterizan por la producción de ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Este ácido constituye un agente esterilizante fuerte sobre microorganismos no benéficos y lo que sin duda contribuye a la degradación de componentes como la lignina y la celulosa evitando efectos indeseables propios de la materia orgánica sin el grado idóneo de descomposición. (Moreno y Mormeneo, 2007)[10]

Pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*).

Es sin duda alguna una de las especies gramíneas más utilizadas por los ganaderos, principalmente en ganadería de leche intensiva en forma de forraje picado de mayor producción de materia seca, alta palatabilidad y calidad nutritiva. Es una planta perenne que produce pastizal abierto en forma de macollas, de tallos erectos, recubiertos por las vainas de las hojas en forma parcial o total. Las hojas son lanceoladas y pueden alcanzar una longitud de un metro, variando su ancho entre 3 y 5 centímetros. La inflorescencia se forma en los ápices de los tallos y es sostenida por un largo pedúnculo. La panícula es dorada, de forma cilíndrica, compuesta de espiguillas aisladas o reunidas en grupos de 2 a 7; la altura varía según la estación y la fertilidad del suelo (Rodríguez-Carrasquel, 1983).[11]

Metodología

La presente investigación es de tipo descriptiva ya que cumple con el propósito de recolección y descripción de la información para llevar a cabo la evaluación del efecto de un suero lácteo sobre las características fisicoquímicas del pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*). En cuanto al diseño, la investigación es experimental de campo siendo la variable independiente la presencia de suero lácteo a utilizar en el pasto, las variables controladas la temperatura y concentración y por último las variables dependientes las características fisicoquímicas evaluadas a través del tiempo en presencia y en ausencia de suero lácteo.

El lugar de donde se tomaron las muestras de pasto Taiwán fue en el municipio Rosario de Perijá, parroquia el Rosario, sector "Aquí me quedo" en el estado Zulia.

Para reportar los resultados obtenidos en la investigación fueron utilizados instrumentos de recolección de datos como la ficha bibliográfica, la cual fue empleada para colocar los parámetros fisicoquímicos encontrados como los más relevantes a la hora de evaluar el ensilaje y también se requirió de tablas para reportar las bacterias ácido-lácticas presentes en el suero, así como también ordenar los resultados obtenidos de cada parámetro en los diferentes tiempos.

Para iniciar esta investigación se procedió a realizar una revisión bibliográfica y así poder extraer los parámetros fisicoquímicos más relevantes a la hora de determinar el nivel de conservación del ensilaje.

Luego de la revisión de la documentación se procedió a comprobar, utilizando la observación indirecta como principal herramienta, la existencia de bacterias ácido-lácticas en el suero a utilizar y así asegurar la prevalencia de estas bacterias sobre otras colonias que pudieran descomponer el pasto ensilado. El análisis fue realizado por un laboratorio que contaba con los equipos e instrumentos adecuados para el análisis microbiológico pertinente.

Para la elaboración de las muestras se cosechó el pasto 60 días después de cultivado, se trituró en longitudes de 1.5 a 3 cm y se tomaron 13 bolsas negras de 15 L para colocar en cada una de ellas 300 gr de pasto pesados con la ayuda de una balanza.

Posteriormente, se humedecieron 6 muestras con 33 gr de suero lácteo previamente pesados representando esta cantidad el 10% p/p, luego se les removió la mayor cantidad de aire posible con una aspiradora y de este modo se selladas y así evitar la proliferación de bacterias aeróbicas que pudiesen afectar negativamente el proceso de ensilaje. Del mismo modo se procedió con las 7 muestras restantes de pasto, pero esta vez sin suero lácteo.

Las muestras fueron separadas e identificadas en parejas (una sin suero lácteo y otras con suero con lácteo) y conservadas a una temperatura entre 25 y 30 °C, para luego ser evaluadas en intervalos de 7 días comenzando del día 0 hasta el día 21. Esta configuración de tiempo fue tomada basándose en la Figura 1, en la cual se indica que el cambio más significativo en la fermentación anaeróbica ocurre en los primeros 21 días a 3 de las muestras con suero y a 3 de las muestras sin suero se les midió solo el pH en los días 1, 2 y 3 ya que según la Figura 2, en este tiempo en donde ocurre un descenso más pronunciado de este parámetro.

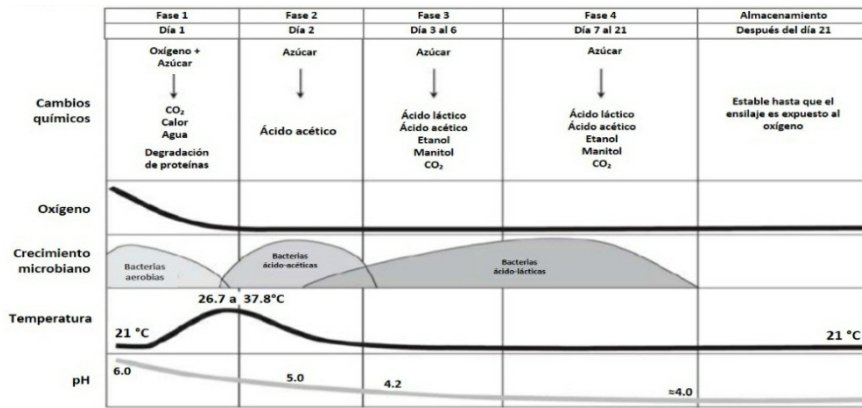


Figura 1. Proceso de fermentación en el ensilaje (Hubbard Feeds). [12]

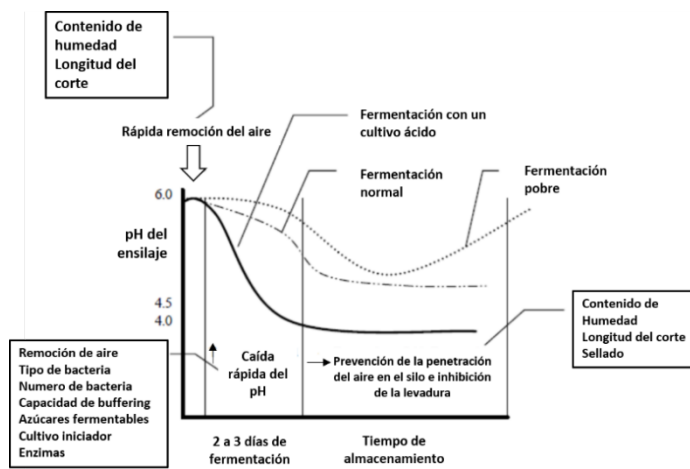


Figura 2. Factores que afectan el proceso de fermentación del ensilaje. (Probert, 2004)[13]

Los parámetros fisicoquímicos evaluados a lo largo del tiempo fueron el pH, el nitrógeno amoniacal, la fibra cruda, la humedad y la materia seca según lo establecido en las normas COVENIN 1315, 1194, 1948 y 1945 respectivamente. En el caso de la materia seca, ésta se obtuvo restando el 100% menos el % de humedad obtenido.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada objetivo específico planteado

Identificación de las características fisicoquímicas se ven afectadas por la fermentación anaeróbica (proceso de ensilaje), mediante la revisión bibliográfica de estas:

La fundamentación teórica se basó en el estudio de diversos libros, artículos revistas científicas de distintos autores donde se obtuvo información acerca de los parámetros que indican la calidad del ensilaje y por lo tanto la viabilidad del uso de un suero lácteo para mejorar la conservación de éste.

Las características afectadas por la fermentación se presentan a continuación en la Tabla 1

Tabla 1. Principales características fisicoquímicas para estudiar en el ensilaje del pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) [14][15][16]

Título	Autor	Características afectadas
Mejora del proceso de ensilaje de maíz por adición de lactosuero	Evangelista y Ortega (2006)	pH
		Humedad
		Fibra
Efecto del proceso de fermentación con bacterias ácido lácticas sobre propiedades reológicas de masas de maíz QPM	Betancourt et al. (2014)	pH
Nitrógeno amoniacal en ensilajes	Demagnet (2018)	Nitrógeno Amoniacal

Betancourt *et al*[15], en su trabajo Efecto del proceso de fermentación con bacterias ácido lácticas sobre propiedades reológicas de masas de maíz QPM expresan que los cambios en el comportamiento del pH en su investigación son consecuencia directa del uso de bacterias ácido lácticas en el proceso de fermentación. Razón por la cual se le da relevancia a su planteamiento a la hora del estudio de los efectos de la implementación del suero lácteo.

Demagnet [16] en su trabajo “Nitrógeno Amoniacal en Ensilajes” expresa que este se encuentra asociado a la mala conservación del ensilaje debido a que aparece por la acción de bacterias que descomponen el alimento, Por lo tanto, es necesario corroborar que exista una baja producción de nitrógeno amoniacal en las silobolsas para verificar que se esté realizando correctamente.

Evangelista y Ortega [15] en su trabajo “Mejora del proceso de ensilaje de maíz por adición de lactosuero” comparan el comportamiento del ensilaje de maíz con y sin suero lácteo. EN sus conclusiones plantearon que el pH, la humedad y la fibra cruda fueron variables necesarias para entender que cual fue el efecto de la aplicación del suero arrojando resultados positivos en su investigación

De esta manera se dejó en evidencia que las características fisicoquímicas a estudiar en el ensilaje con una variación relevante según Evangelista y Ortega[14], Betancourt et al[15] y Demagnet[16] son pH, Humedad, Fibra y Nitrógeno Amoniacal, seleccionándose estos para su posterior análisis en el laboratorio.

Comprobación, mediante análisis de laboratorio, de la existencia de bacterias ácido-lácticas en el suero a utilizar:

Luego de haberse realizado el análisis de laboratorio aplicando la norma COVENIN 902, se obtuvo un recuento de las diferentes colonias de bacterias ácido-lácticas presentes en la muestra de suero lácteo, el cual fue refrigerado por 21 días para obtener la cantidad óptima de éstas. En la Tabla 2, se muestran el número de especies principales con sus respectivos nombres específicos.

Colonia	Tipo de bacteria ácido-láctica
1	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
2	<i>Lactobacillus casei</i>
3	<i>Lactobacillus plantarum</i>
4	<i>Lactobacillus brevis</i>

Tabla 2. Tipos de bacterias ácido-lácticas presentes en el suero lácteo

A través de los resultados de laboratorio obtenidos, se pudo corroborar que existen 4 tipos de bacterias ácido-lácticas en el suero utilizado. Según Gonzales et al[17], estas son iniciadoras de fermentaciones espontáneas en el suero, producen ácido láctico que reduce el pH y genera un sustrato favorable para el crecimiento de otros *Lactobacillus*, que al desarrollarse disminuyen aún más el pH inhibiendo o disminuyendo el desarrollo de otros géneros de bacterias que son menos tolerantes a pH bajos.

Evaluación a través del tiempo de la variación de las propiedades fisicoquímicas antes identificadas, utilizando muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) en presencia y en ausencia de suero lácteo:

Las muestras de pasto Taiwán fueron analizadas a lo largo del tiempo según lo establecido en la norma COVENIN correspondiente a cada parámetro.

A continuación, se muestran en la Tabla 3 los resultados de los análisis de pH

Tabla 3. Variación del pH en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Tiempo (Días)	pH muestra sin suero	pH muestra con suero
0	5,30	5,30
1	4,80	4,30
2	4,60	3,90
3	4,50	3,75
7	4,30	3,53
14	4,39	3,45
21	4,32	3,36

A partir de los datos obtenidos se pudo observar que el pH en las muestras sin suero lácteo varió de 5,30 a 4,32 mientras que en las muestras con suero la variación fue de 5,3 a 3,36 teniendo el descenso más pronunciado entre los días 0 y 3. El comportamiento del pH puede ser observado en la figura 3.

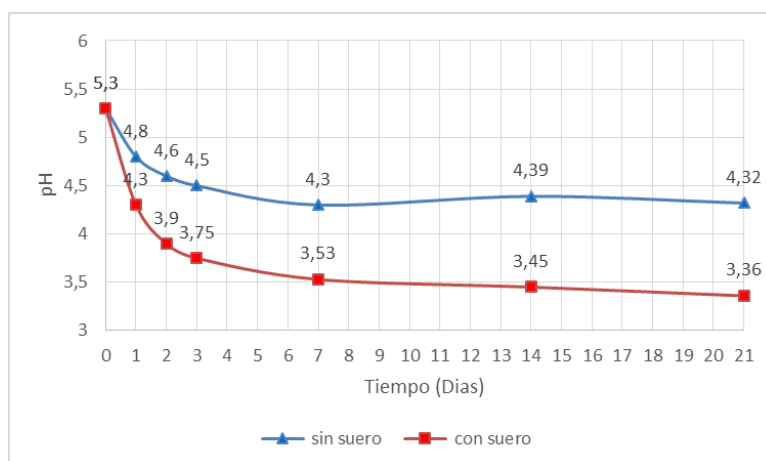


Figura 3. Efecto del suero en el pH en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Tabla 4. Variación de la fibra bruta en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Tiempo (Días)	Fibra bruta muestra sin suero (%)	Fibra bruta muestra con suero (%)
0	77,63	77,63
7	72,37	73,00
14	73,70	58,32
21	71,24	64,23

En la Tabla 4 se muestran los resultados de los análisis de fibra cruda obtenidos luego de los análisis de laboratorio en los días 0, 7, 14 y 21.

La fibra bruta en las muestras con suero lácteo tuvo un descenso del 6,39% mientras que en las muestras sin suero lácteo el descenso fue de 13,4%. Comparando las muestras entre sí, el resultado obtenido no representa una variación significativa.

En la Tabla 5 se muestran los resultados de los análisis de nitrógeno amoniacal anteriormente explicados.

Tabla 5. Efecto del suero en el nitrógeno amoniacal en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Tiempo (Días)	N-NH ₃ muestra sin suero (%)	N-NH ₃ muestra con suero (%)
0	0,285	0,285
7	0,468	0,343
14	0,579	0,432
21	0,747	0,457

Los datos obtenidos en la Tabla 5 fueron analizados y posteriormente graficados como se muestra en la Figura 4 donde se observa la diferencia del Nitrógeno Amoniacal en las muestras con y sin suero lácteo en cada tiempo.

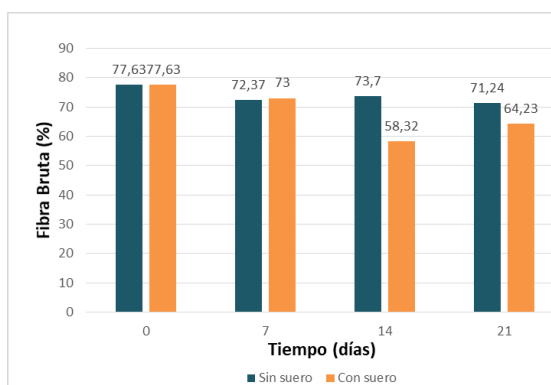


Figura 4. Efecto del suero en el nitrógeno amoniacal en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

En las muestras con suero lácteo la variación del nitrógeno amoniacal fue del 0.172% en cambio en las muestras sin suero lácteo la variación fue del 0.462%. Comparando las muestras entre sí, el resultado obtenido no representa una variación significativa.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de los análisis de humedad anteriormente explicados.

Tabla 6. Efecto del suero en la humedad en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Tiempo (Día)	Humedad muestra sin suero (%)	Humedad muestra con suero (%)
0	78	78
7	75,8	77,53
14	74,45	75,89
21	73,62	75,3

A continuación, se presenta la demostración gráfica de los valores humedad obtenidos en la Figura 5.

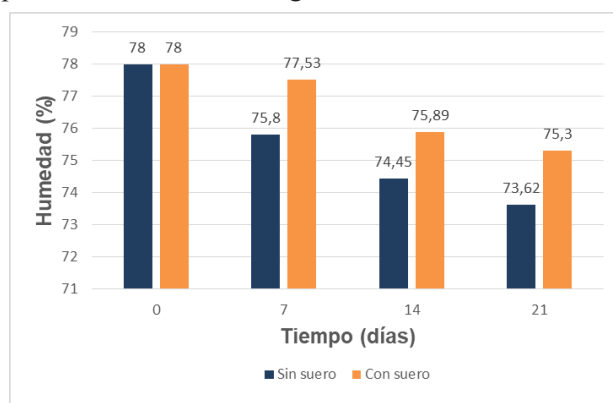


Figura 5. Efecto del suero en la humedad en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

La variación de la humedad en las muestras con suero lácteo fue del 2.7% mientras que en las muestras sin suero hubo un descenso del 4.38%. Comparando las muestras entre sí, el resultado obtenido no representa una variación significativa.

En la Tabla 7 se muestran los resultados de los análisis de materia seca.

Tabla 7. Efecto del suero en la materia seca del ensilaje de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Tiempo (Día)	Materia seca muestra sin suero (%)	Materia seca muestra con suero (%)
0	22	22
7	24,2	22,47
14	25,55	24,11
21	26,38	24,7

A partir de los datos obtenidos se pudo observar la variación de materia seca determinando que es inversamente proporcional al cambio del porcentaje de humedad.

A continuación, en la Figura 6 se presenta la representación gráfica de los valores obtenidos de la materia seca reportados en la Tabla 7

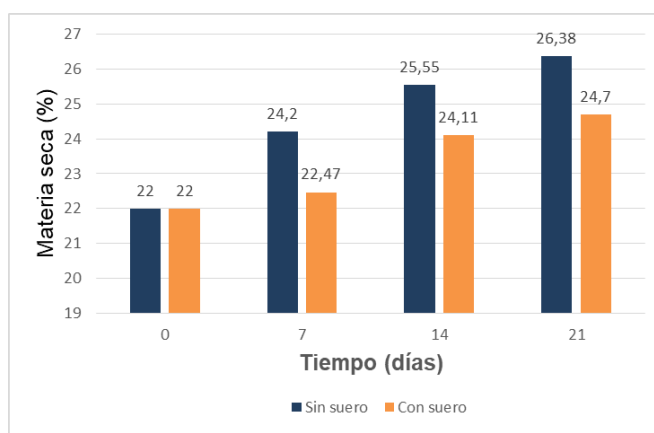


Figura 6. Efecto del suero en la materia seca en muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*)

Evaluando el comportamiento de la materia seca, se observó que esta tuvo un aumento del 4,38% en las muestras sin suero lácteo mientras que en las muestras con suero lácteo el aumento fue solo del 2,7%. Comparando las muestras entre sí, los resultados obtenidos no representan ningún cambio significativo.

Conclusiones

- Se demostró que el suero lácteo utilizado posee bacterias ácido-lácticas, lo cual lo convierte en un potencial sustituto de iniciadores fermentativos para su uso en ensilajes.

- El suero lácteo empleado sí tuvo un efecto positivo en la conservación de muestras de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*), ya que aceleró el proceso de acidificación y no degradó las propiedades fisicoquímicas evaluadas.

- La presencia de bacterias ácido-lácticas en el suero utilizado ayudaron a inhibir rápidamente el crecimiento de bacterias indeseadas que pudieran degradar el pasto ensilado.

Referencias Bibliográficas

[1] López y Meneses (2006). Mejora del proceso de ensilaje de maíz por adición de lactosuero. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias

[2] Berndt, S. (2002). *Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur*. Valdivia, Chile. Universidad Austral De Chile.

[3] Garcia González, Heidy; Perea Falcón, Julio; Rodríguez Martínez, Oxalys; García Rodríguez, Aristides. (2008). Viabilidad de prebióticos en sustratos lácteos. *Revista Electrónica de Veterinaria*. Volumen IX, Numero 11, Noviembre 2008, pp 1-9. Málaga, España.

[4] Di Palma A. y Sánchez L. (2011). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de investigación*. Vol. I No.1, pp. 66-71.

[5] Elizalde H.F., Hargreaves A. y Wernli C. (1996). *Conservación de forrajes. Praderas para Chile*, 2da edición. Ministerio de Agricultura, INIA, Santiago, Chile.

[6] Enrique R. (1991). Aditivos estimulantes de la fermentación de ensilajes. *Avances en Producción animal*. Latrille L. (Editor). Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile. Pp. 44-62.

[7] Latrille L. (1991). Aditivos inhibidores de la fermentación. *Avances en Producción Animal*. Latrille L. (Editor). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Serie B-15. Valdivia, Chile, pp. 24-43.

[8] Alomar D. (1991). Efluyentes del ensilaje y aditivos absorbentes. *Avances en Producción Animal*. Latrille L. (Editor). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Serie B-16. Valdivia, Chile, pp. 154-172.

[9] Phipps R. and Wilkinson M. (1985). *Maize Silage*. Chalcombe Publications. UK. (England). 48 pages.

[10] Moreno J. y Moral R. (2008). *Compostaje*. Editores Mundi- Presa Libros. España

[11] Rodríguez Carrasquel J. (1983). *Pasto alemán, Paja Caribe, Tannagras, Paja de Agua, Lambadora y Chiguirera*. FONAIIP divulga N°12.

[12] Hubbard Feeds, Gabriel L., US Secretary of Agriculture (2002). Annual Report on Commercial Feeds And Animal Remedies, 74 pages.

[13] Probert et al. (2004) Factores que afectan el proceso de fermentación del ensilaje.

[14] Evangelista M y Ortega J. (2006) Mejora del proceso del ensilaje de maíz por adición de lactosuero. Trabajo especial de Grado de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

[15] Betancourt S., Ayala A. Y Ramírez C. (2014) Efecto del proceso de fermentación con bacterias ácido láctico sobre propiedades reológicas de masas de maíz QPM. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación científica. Julio-Diciembre, Vol 17, Numero 2.

[16] Demanet R. (2019). Manual de especies forrajeras. Plan Lechero Watts. CORFO: Facultad de ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de la Frontera. Tercera Edición, Chile.

[17] Gonzalez G. and Rodriguez A. (2003). Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales: Journal of Dairy science 86:926-933.