

Ensilaje salino de *Opuntia tomentosa*: investigación acción-participativa con caprinocultores*

Saline Silage of *Opuntia tomentosa*: Participatory-Action Research with Goatfarmers

José Manuel Palma García. <https://orcid.org/0000-0001-6061-546X>,^{1**} José
Guadalupe Macías Chacón,² y Rubén Ramón Villeda Benitez³

¹Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA),
Universidad de Colima. México

²Rancho “Los Lupes”. Las Cañas, Valle de Santiago, Guanajuato, México

³Técnico Privado. Los Olivos 3era Sección, Celaya, Guanajuato, México

**Autor de correspondencia: palma@uclm.mx

*Nota técnica

Resumen

Con el objetivo de desarrollar una tecnología de fácil aplicación para el ablandamiento de las espinas de nopales silvestres, se realizó un ensayo de investigación tipo acción-participativa en una granja caprina de escala familiar en el municipio de Valle de Santiago, Guanajuato, México. Se aplicó un proceso de ensilaje salino a 5% en nopal silvestre picado (*Opuntia tomentosa*). Se evaluó la flexibilidad de la espina y la gustosidad del producto por las cabras a los 0, 7, 14 y 21 días. Desde los 14 días presentaron flexibilidad las espinas y la planta fue ampliamente aceptada por las cabras. Se concluye que se generó una tecnología social apropiada para el aprovechamiento de recursos nativos.

Palabras clave

Flexibilidad, espinas, conservación, gustosidad, nopal.

Abstract

A family size on-farm trial was conducted to evaluate an alternative to soften the thorns of a wild cactus (*Opuntia tomentosa*) employing a 5 % salty-silage approach. The participatory action-research trial on a family-scale goat farm took place at the municipality of Valle de Santiago, Guanajuato, México. The flexibility of the spine was evaluated manually at 0, 7, 14 and 21 days of treatment. Flexibility of the thorns was evident since after 14 days of treatment. Goats readily accepted the salty-silage product. It is considered that a social technology was generated for the use of native resources.

Keywords

Flexibility, thorn, conservation, palatability, nopal.

Introducción

La investigación participativa permite reconocer las necesidades de los productores, en especial aquellas de escala familiar, quienes por diferentes motivos no tienen acceso a los resultados de la investigación convencional, por lo que es necesario romper el esquema ofertista, mecanicista, lineal y acrítico de este tipo de investigación, con la pretensión de generar independencia a través del aprendizaje y la transformación estructural en beneficio de la sociedad y el ambiente (Palma y Zorrilla, 2020).

El uso de recursos arbóreos forestales y no forestales nativos son una opción sustentable que es necesaria revalorar (Palma y González-Rebeles, 2018). El nopal es una de esas opciones, cuya planta es de amplia adaptación a condiciones adversas de ambientes áridos, semiáridos y subhúmedos de nuestro país, resulta relevante como recurso alimenticio para ser utilizado en rumiantes, particularmente en la época de escasez forrajera, dada la producción de biomasa en condiciones adversas de baja precipitación y pobre fertilidad del suelo (FAO, 2009). Es un alimento que se caracteriza por su alto contenido de agua, bajo nivel de proteína cruda, elevado nivel de calcio y aporte medio de energía (Vázquez *et al.*, 2007), pero cuya principal ventaja es que está disponible durante la época de sequía.

La presencia de nopal silvestre dentro de los predios de los caprinocultores de escala familiar del Valle de Santiago en Guanajuato, México, es común; sin embargo, los productores de esta región están dejando de utilizar este recurso debido a que lo asocian a daños bucales por el alto contenido de espinas, lo que conlleva a dos escenarios: uno la inanición y muerte de las cabras y, el segundo, que los productores eviten la multiplicación de este recurso dentro de sus parcelas.

Ante ello, se planteó el empleo del ensilaje salino con el objetivo de flexibilizar la espina de nopal silvestre y lograr el aprovechamiento de este recurso a pequeña escala. El trabajo se realizó en la comunidad de Las Cañas del municipio de Valle de Santiago, Guanajuato (<https://mexico.pueblosamerica.com/i/las-canas-7/>). Posee un clima (A)c (Wo) semicálido subhúmedo con lluvias estacionales de junio a septiembre, de humedad relativa promedio de 62%. La temperatura promedio anual es de 19.8°C. La precipitación promedio total anual es de 565 mm, con una altitud de 1 780 m.

Para la elaboración del ensilaje salino se utilizaron recipientes de plásticos con sellado hermético con capacidad de 20 kg, con tres repeticiones, las cuales se abrieron a los 7, 14 y 21 días para su evaluación. Para el pesaje del nopal y la sal se utilizó una balanza digital (marca *Metrology Electrónicas*) con capacidad de 50 kg y valor mínimo de 10 g.

Los cladodios fueron de tipo silvestre recolectados directamente de la planta (figura 1a), el productor lo refiere como nopal de San Gabriel (*Opuntia tomentosa*), caracterizado por su alto contenido de espinas, se fraccionaron a un tamaño de tres a cuatro cm; posteriormente se procedió a pesar y envasar en capas con un espesor aproximado de cinco cm, entre las cuales se depositaba la sal (NaCl) en una proporción de 5% del peso fresco del nopal, en capas sucesivas hasta el llenado del recipiente y se finalizó con una capa de sal, para su posterior sellado, basado en la revisión de Katz (2012).

Para evaluar la flexibilidad de las espinas se utilizó una estrategia manual para determinar su consistencia, con base en una escala cualitativa en donde: + (rígida), ++ (flexibilidad parcial), +++ (flexible). Los cambios en rigidez de las espinas a los 0, 7, 14 y 21 días; adicionalmente, al final del ensayo se determinó olor y color —este último mediante el uso de herramientas digitales (imagecolorpicker.com, a partir del cual se obtuvieron los códigos de color HEX y RGB)—, además del análisis químico proximal del material obtenido a los 21 días. Se implementó una prueba de aceptación del ensilaje salino de nopal con cinco cabras de raza *Saanen* al final del proceso, se revisó el daño bucal por presencia de espinas con la opinión del productor cooperante, quien estuvo a cargo del proceso junto con técnicos de la localidad.

Los resultados sobre la flexibilidad de las espinas y las características del nopal se indican en el cuadro 1. La flexibilidad se incrementó en la medida que paso el tiempo, de quebradiza al inicio del experimento hasta flexible a partir del día 14 [<https://www.youtube.com/watch?v=eUN11ZpWEAs&feature=youtu.be>]; el olor pasó de ser inodoro a agradable y de color verde claro a verde mate en la parte externa y claro en la parte interna (figura 1b).

El uso de diferentes estrategias de utilización del nopal fue señalado por Flores y Aranda (1997), quienes indicaron el chamuscado (quemado) de las espinas al cortar los cladodios o en la planta en pie; no obstante, unas de las desventajas de esta técnica es la referencia de malas experiencias por quemaduras de algunos productores y la pérdida de la planta cuando se quema en pie. Otra posibilidad es el uso de especies sin espinas (Vázquez *et al.*, 2007), tecnología con poco impacto con relación a la población de nopal silvestre y a la dependencia del material genético que llegue al productor.

Por otro lado, el uso de sal para el desarrollo de ensilaje salinos como estrategia de deshidratación osmótica para la ganadería, es una propuesta en el caso de frutos tropicales de *Crescentia cujete* (Botero y De la Ossa, 2011) para vacas en sistema doble propósito, el nivel utilizado de sal fue de 1%, diferente al empleado en el presente ensayo, lo que implica, la posibilidad de explorar menos niveles de NaCl para conocer la flexibilidad de las espinas de nopal. Aunque el nivel de 5% fue recomendado para ensilaje salino de *Curcubita moschata* (Ortiz, 2017), en ambos casos los materiales no tienen espinas.

Cuadro 1

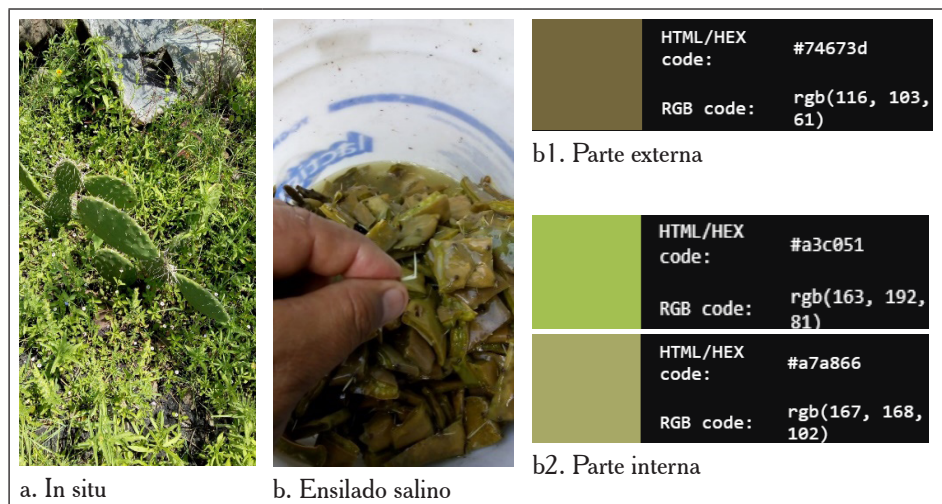
Características de flexibilidad y organolépticas del ensilado salino de nopal

Tiempo (días)	Consistencia espinas*	Olor
0	+ Quebradiza	Sin olor
7	++ Flexible parcialmente	agradable
14	+++ Flexible	agradable
21	+++ Flexible	agradable

*Escala de flexibilidad: rígida (+), flexibilidad parcial ++, flexible (+++).

Figura 1

Nopal silvestre (*Opuntia tomentosa*) en la localidad Las Cañas, municipio de Valle de Santiago, Guanajuato



Códigos color <https://imagecolorpicker.com/>
Fotografías: José Manuel Palma García.

En el cuadro 2 se muestra el análisis proximal, resalta su alto contenido de humedad y su bajo contenido de proteína cruda, aspectos característicos de la especie, como lo indica (Dubeux *et al.*, 2017). Esta condición es una ventaja como planta forrajera dado que se obtiene en ambientes críticos de humedad, convirtiéndose en una opción de aporte de agua a los animales. Desde la conservación del forraje el alto contenido de humedad permite considerar el uso de paja u hojas secas que aumenten el contenido de materia seca y que contribuyan a disminuir el riesgo de deterioro o pudrición del ensilaje salino de nopal y posiblemente el incremento de proteína cuando se utilice un forraje proteico. Por otra parte, respecto al bajo tenor de proteína, existen propuestas a nivel de laboratorio y escala piloto que incrementan el contenido de proteína (Aranda-Osorio, 2006; Mejía *et al.*, 2011; Miranda-Romero *et al.*, 2018), pero esto conlleva la compra de otros alimentos como melaza y pajas. En el caso de fermentación láctica se utiliza sorgo, soya, urea, sal mineral y yogur; del producto obtenido se utilizó en la elaboración de bloques multinutricionales (Mejía *et al.*, 2011). También se obtuvo en laboratorio fermentación en estado sólido con el uso de *Kluyveromyces marxianus* y *Sacharomyces cerevisiae* (Herrera-Torres *et al.*, 2014) y en un biodigestor con *Sacharomyces cerevisiae* más urea y sulfato de amonio con nopal sin espinas (Flores *et al.*, 2019).

Cuadro 2

Análisis químico proximal de ensilaje salino de nopal
(*Opuntia tomentosa*) a 21 días

Materia seca (%)	16.30
Materia húmeda (%)	83.70
Proteína cruda (%)	2.62
Cenizas (%)	6.56
Extracto etéreo (%)	4.42
Fibra cruda (%)	1.22
Extracto libre de nitrógeno	76.65
TND	68.99
Energía digestible	3.04
Energía metabolizable	2.49

Tal vez en un futuro se puedan explorar estrategias de ensilaje salino combinada con forrajes proteicos producidos en el rancho para mejorar el desempeño productivo de las cabras, como fue sugerido por Flores-Hernández *et al.* (2017) en raciones basadas en nopal y evitar la compra de alimentos.

Con relación al consumo de ensilado salino de nopal, se observó aceptación inmediata por las cabras [https://www.youtube.com/watch?v=_B5GTCIL3uk&feature=youtu.be] y sin daños en la cavidad bucal de los caprinos por consumo de las espinas. La valoración de estos resultados por el productor fue positiva, quien estuvo a cargo de la supervisión del proceso junto con técnicos locales como parte de la investigación acción-participativa, esto ayudó a compartir los resultados con otros productores de su comunidad. Se consideró que era una alternativa fácil, de bajo costo, cómoda aplicación, replicable y con un enfoque sustentable, como lo plantea Dagnino (2014) respecto a su propuesta de tecnologías sociales.

Desde un enfoque sustentable, con esta estrategia se coadyuva en la reducción de pérdida de material genético, dado que los caprinocultores consideran altamente lesivos los daños generados en sus cabras por esta variedad de nopal silvestre. De esta forma, se aprovechan los recursos locales que están adaptados a sus condiciones y se genera independencia tecnológica. El ensilaje salino o deshidratación osmótica salina de nopal aplicado a la producción pecuaria es una alternativa novedosa, ya que no existen referencias sobre este enfoque, no sólo como método de conservación sino que logre la flexibilidad de las espinas.

Por lo tanto, se concluye que el ensilaje salino de nopal es una tecnología social, producto de la demanda de los caprinocultores de escala familiar ante un problema planteado en su localidad, que permite remontar una limitante en la utilización de un recurso forrajero local por la presencia de espinas en un ambiente de alta demanda forrajera.

Literatura citada

- Aranda-Osorio, G. (2006). Enriquecimiento del nopal para el ganado. V Simposio-Taller sobre Producción y Aprovechamiento del Nopal en el Noreste de México. Memorias. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México. Pp. 22-35.
- Botero, L.M. y De la Ossa, J. (2011). Consumo suplementario de ensilaje salino de frutos maduros de Totumo (*Crescentia cujete*) en ganado vacuno de doble propósito. *Zootecnia Tropical*. 29(3): 293-300.
- Dagnino, R. (2014). *Tecnología social: Contribuições conceituais e metodológicas* [online]. Campina Grande: EDUEPB. pp. 19-34. ISBN 978-85-7879-327-2. Available from SciELO Books.
- Dubeux, J.; Salem, H. y Nefzaoui, A. (2017). Forage production and supply for animal nutrition. En: P. Inglese, C. Mondragon, A. Nefzaoui y C. Saenz (editors), *Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear*. FAO: Roma, Italia. Pp. 73-91.
- FAO (2009). ECOCROP. *Opuntia ficus-indica* disponible en línea: <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=8094> (consultado el 10 de octubre de 2009).
- Flores, C. y Aranda-Osorio, G. (1997). *Opuntia-based Ruminant Feeding Systems in Mexico*. *Journal of the Profesional Association for Cactus Development*. 3: 3-8.
- Flores-Hernández, A.; Araújo-Filho, J.T.; Gomes da Silva, F.; Ramírez-Ordoñez, S. y Murillo-Amador, B. (2017). Dietas a base de forraje tradicional y nopal (*Opuntia spp.*) enriquecido con proteínas para alimentar cabras. *Nova Scientia*. 9(18):149-166.
- Flores, A.; Macías, F.J.; Meza, C.; García, G.; Esquivel, O.; Ortiz, J. y Hernández, C. (2019). Semi solid fermentation of nopal (*Opuntia spp*) for use as an animal protein supplement. *Revista de Geografía Agrícola*. 63: 87-100.
- Herrera-Torres, E.; Murillo, M.; Berumen, L.; Paéz, J. y Villareal, G. (2014). Efecto de *Sacharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces marxianus* durante el tiempo de fermentación en la calidad nutritiva del nopal forrajero. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 1(1): 33-40.
- Imagecolorpicker. (S/F). <https://imagecolorpicker.com/> (Consultado 19 junio 2020).
- Katz, S. (2012). *The art of fermentation*. Vermont, USA: Chelsea Green Publishing. 498 p.
- Las Cañas (S/F). Las Cañas, Valle de Santiago, Guanajuato, México. <https://mexico.pueblosamerica.com/i/las-canas-7/> (Consultado 10 junio 2020).
- Mejía, J.; Delgado, J.L.; Mejía, I.; Guajardo, I. y Valencia, M. (2011). Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *Acta Universitaria*, 21(1):11-16.
- Miranda-Romero, L.A.; Vázquez-Mendoza, O.; Burgueño-Ferreira, J.A. y Aranda-Osorio, G. (2018). Nutritive value of cactus pear silages for finishing lambs. *Journal of the Profesional Association for Cactus Development*. 20: 196-215.
- Ortiz, S. (2017). Fruto de zapallo *Cucurbita moschata* Duch., acondicionado por el ensilaje salino. *Acta Horticulturae*. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1151.44
- Palma, J.M. y González-Rebeles, C. (2018). *Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable*. Colima, México: Ed. Universidad de Colima. Universidad de Colima-REDGATRO-CONACYT. 133 p.
- Palma, J.M. y Zorrilla, J.M. (2020). Las tecnologías sociales racionales en el contexto productivo pecuario. En: J.P. Palma y F. Cruz (editores), *Tecnologías Sociales en la Producción Pecuaria de América Latina y el Caribe*. En proceso.
- Vázquez, R.; Valdez, R.; Gutiérrez, E. y Blanco, F. (2007). Caracterización e identificación de nopal forrajero en el noreste de México. *Revista Salud Pública y Nutrición*. 14: 21-36.

Recepción: 16 de junio 2020

Arbitraje: 19 de junio 2020

Dictamen: 01 de julio 2020

Aceptado: 29 de julio 2020