

Un paso hacia la ganadería sostenible: cambiando la dieta de los rumiantes^φ

María Montserrat Cruz-Benítez^{1*}, Fred Eduardo Hernández-Perea²,
Eneas Aguirre-von Wobeser¹

Introducción

La transición hacia una ganadería sostenible es crucial para enfrentar los impactos del cambio climático y problemas sociales como la seguridad alimentaria, el desempleo rural y la migración hacia las ciudades (Rojas-Downing *et al.* 2017). Esto plantea un desafío significativo para productores, investigadores y autoridades, quienes deben garantizar la disponibilidad de alimentos mientras mitigan los factores que contribuyen al calentamiento global.

La utilización de recursos naturales, como suelo y agua, para la producción de carne y leche ha tenido consecuencias en el medio ambiente, como la contaminación de ríos, la pérdida de capacidad productiva de la tierra y la sobreexplotación de aguas subterráneas. La investigación sobre el uso de forrajes no convencionales, es una opción para diversificar la alimentación animal, disminuir el uso de recursos naturales y mejorar la rentabilidad.

El objetivo de este trabajo es presentar un panorama general de los retos que enfrenta la producción agrícola y ganadera en México, enfatizando en las investigaciones científicas que buscan revalorizar los desechos agroindustriales y exponer casos donde los forrajes poco convencionales, como el maguey pulquero, han demostrado una utilidad práctica en la dieta de rumiantes, especialmente en regiones áridas o semiáridas donde esta vegetación es endémica.

^φ ¹CONAHCYT – Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Subsede Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca 42163, Hidalgo, México

² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., Subsede Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca 42163, Hidalgo, México

*Autor para correspondencia: maria.cruz@ciad.mx

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5672>



La cruel realidad

Actualmente, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) estima una población mundial superior a 8,000 millones de habitantes y proyecta que para el 2050 alcanzará los 9,700 millones. Además, de mantenerse la tasa de crecimiento actual para el 2100 se alcanzarían los 10,400 millones (United Nations 2023). Este crecimiento incrementará entre 60% y 70% la demanda de carne y leche. Ante este escenario, es indispensable optimizar la producción animal y el alimento para ganado con el fin de garantizar la satisfacción de necesidades futuras de la población humana (Wang *et al.* 2023).

En México, según el censo agropecuario del INEGI 2022 (Fig. 1), la superficie destinada para la agricultura fue de 29.8 millones ha, de las cuales se están cultivando 25.7 millones ha. El resto se destina a la producción forestal (352,605 ha) y a tierras en descanso (3.7 millones ha). Sin embargo, es alarmante que el 74% de las tierras agrícolas activas (aproximadamente 19 millones ha) dependan de riego de temporal (INEGI 2023) ya que durante sequías o lluvias irregulares la escasez de agua puede reducir considerablemente el rendimiento de los cultivos.



Figura 1. Superficie de uso agrícola a nivel nacional y tipo de agricultura (temporal y riego). Elaboración propia con datos del (INEGI 2023).

Otro factor que ha impactado significativamente la superficie agrícola en México es el incremento poblacional. A medida que crece el número de personas, aumenta la demanda por viviendas lo que lleva hacia un cambio de uso de suelo. Este proceso de transformación ha reducido la extensión de terrenos cultivables y obligado al sistema agroalimentario a buscar alternativas que permitan producir suficientes cultivos y forrajes tanto para el consumo humano como para el ganado (Rojas-Downing *et al.* 2017; Sosa Baldivia y Ruíz Ibarra 2017). Tan solo en 2022 el sector agrícola mantuvo un inventario de ganado bovino de 24.5 millones de cabezas, incluyendo vacas, reses, vaquillas, becerros, sementales y animales en engorda (INEGI 2023). Además de la responsabilidad de mantener esta cantidad de animales, surge otra preocupación al considerar la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que se generan durante su crianza.

A nivel mundial, la ganadería genera entre 81 y 92 millones de toneladas de CH₄ (gas 28 veces más potente que el CO₂) que representa 15 al 23% de las emisiones totales hacia la atmósfera (Fig. 2) (Ross *et al.* 2013; Sainz-Ramírez *et al.* 2021). En 2022, México contribuyó con el 15% de las emisiones de GEI, posicionándose en el noveno lugar a nivel mundial (Lara 2024).



Figura 2. Representación del cambio de uso de suelo y metano de ganado emitido al ambiente. Imagen: Idea original M. Montserrat Cruz-Benítez, creada con Canva-IA, 2024.

Ante la necesidad de incrementar la producción pecuaria, y mitigar las emisiones de GEI, la ganadería está adoptando prácticas sostenibles que buscan reducir la huella ecológica sin comprometer la productividad. Sin embargo, la escasez de agua afecta el cultivo forrajero, lo que destaca la importancia de investigar la adaptación de la alimentación de rumiantes a sistemas agrícolas resilientes al clima.

“A nivel mundial, la ganadería genera entre 81 y 92 millones de toneladas de metano que representa 15 al 23% de las emisiones totales hacia la atmósfera”

Una luz en el camino

Los esfuerzos por lograr una ganadería sostenible, y alcanzar la seguridad alimentaria, requieren reconocer que los productores enfrentan grandes desafíos ante los desastres naturales (tormentas, sequías, inundaciones) y la escasez estacional de alimentos, para mantener la productividad mínima necesaria de forraje para su ganado. Como respuesta ante esta difícil labor, los productores han optado por la elaboración de ensilajes. Este proceso disminuye la pérdida de materia seca y nutrientes, promueve la preservación del forraje por tiempos prolongados y mejora la palatabilidad y degradabilidad del material vegetal (Sahoo 2018; Sainz-Ramírez *et al.* 2021). Los cultivos comúnmente empleados para la elaboración de ensilados han sido las gramíneas (maíz, avena, pastos forrajeros) (Sahoo 2018), pero debido a

la insuficiente producción de estos cultivos es necesario explorar nuevas alternativas para ensilados (Fig. 3).

Los residuos agroindustriales, a pesar de su potencial para la elaboración de ensilados, a menudo se desechan. Cuando estos residuos se acumulan en exceso pueden dañar el suelo (Leyva *et al.* 2024). Entonces ¿Por qué no aprovechar estos desechos dándoles un uso? Los desperdicios de frutas y vegetales, como desechos de cítricos, cáscara de mango y residuos de hojas de té, son una opción viable para la elaboración de ensilados debido a su contenido de compuestos con propiedades nutricionales favorables. Estos ensilados pueden disminuir la escasez de alimento para animales, mejorar el rendimiento animal y ofrecer rentabilidad al productor (Wang *et al.* 2023).

Otra alternativa viable para enfrentar la escasez de alimento en épocas de sequía son los residuos de la industria azucarera, cuyo uso no afecta la calidad nutricional de los rumiantes ni la producción de leche (Leyva *et al.* 2024). La búsqueda de forrajes poco convencionales ha promovido la evaluación de ensilados de girasol, que es una planta que puede crecer con poca humedad y bajas temperaturas. El girasol ensilado puede complementar hasta un 60% la dieta de los rumiantes. Además, el aceite en las semillas de girasol contribuye a incrementar el rendimiento y la calidad de la leche y aporta un mayor contenido de grasa. La inclusión de este aceite en la dieta de los rumiantes también disminuye las emisiones de CH₄ (Sainz-Ramírez *et al.* 2021).



Figura 3. Forrajes poco convencionales usados en la alimentación de rumiantes. Imágenes tomadas de la web.

“Los cultivos comúnmente empleados para la elaboración de ensilados han sido las gramíneas (maíz, avena, pastos forrajeros) pero debido a la insuficiente producción de estos cultivos es necesario explorar nuevas alternativas para ensilados”

Actualmente, se ha presentado la oportunidad de explorar y mejorar ensilados de plantas no forrajeras como aquellas de regiones áridas o semiáridas. Tal es el caso del *Agave salmiana*, conocido como “maguey pulquero” (Fig. 4), una planta emblemática de México y que está ampliamente distribuida en Tlaxcala, Puebla e Hidalgo. Sus grandes hojas suculentas lo distinguen de otros agaves. Este maguey con más de cien aplicaciones, desde la producción de alimentos y fibras (ixtle), hasta usos medicinales y obtención de combustible, es una fuente clave de recursos económicos (Ramírez-Manzano 2020).



Figura 4. *Agave salmiana* cultivado dentro del DESCTI (Distrito de Educación, Salud, Ciencia, Tecnología e Innovación), San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México.

La versatilidad del maguey pulquero es innegable, pero los residuos generados durante su procesamiento, que a menudo son desechados al aire libre, provocan un impacto negativo al ecosistema. Frente a este inconveniente, las investigaciones científicas que exploran el aprovechamiento de sus residuos en la alimentación de bovinos son aún limitadas. Por ejemplo, Pinos-Rodríguez *et al.* (2009) emplearon su ensilado para alimentar corderos y mientras Zamudio *et al.* (2009) utilizaron un ensilado mixto de *A. salmiana* Otto Ex Salm con

alfalfa para alimentar cabras. A pesar de tratarse de diferentes variedades de agave, ambos estudios demostraron que el ensilado de *A. salmiana* presenta buenas características para la alimentación de ganado y mejora la fermentación ruminal. Sin embargo, ante la limitada información científica disponible surge una pregunta clave ¿Se tendrán los mismos beneficios al usar *A. salmiana* para la alimentación de vacas lecheras?

Para abordar esta problemática, el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Subsección Hidalgo (CIAD-Hgo) en colaboración con el Colegio de Postgraduados (COLPOS) y la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa (UAM-I), están investigando el uso de *A. salmiana* (pencas y pulpa después del desfibrado), en la elaboración de ensilados para la alimentación de vacas lecheras (Fig. 5). La implementación de este enfoque no solo ofrece una solución para el manejo de los residuos del maguey sino que también podría tener el potencial de mejorar la producción y calidad de la leche y contribuir al desarrollo de una ganadería sostenible. Además, esta iniciativa es especialmente relevante en regiones áridas y semiáridas del México, donde la escasez de agua representa un desafío creciente.



Figura 5. Instalaciones de COLPOS, campus Montecillo. Ensilaje para vacas lecheras bajo la dirección del Dr. Mario Antonio Cobos Peralta, responsable de la Granja Experimental.

“La versatilidad del maguey pulquero es innegable, pero los residuos generados durante su procesamiento, que a menudo son desechados al aire libre, provocan un impacto negativo al ecosistema.”

Conclusiones

En México, el impacto del cambio climático en la producción agrícola y pecuaria, la fuerte dependencia de sistemas de riego de temporal y la disminución de tierras agrícolas debido al cambio de uso del suelo, sumados a los desafíos ambientales por la emisión de GEI, destacan la importancia de buscar alternativas que lleven a una ganadería sostenible. La investigación científica sobre ensilados de fuentes no convencionales, como los de *Agave salmiana*, son una opción para mejorar la producción y calidad de los alimentos para el ganado, reducir residuos agroindustriales y mitigar el impacto ecológico, especialmente en las regiones áridas y semiáridas donde la escasez de agua es un problema crítico. Abordar los desafíos que enfrenta la ganadería requiere enfoques variados, incluyendo la adaptación al cambio climático, la diversificación de fuentes alimentarias y la colaboración entre instituciones académicas y centros de investigación para desarrollar soluciones innovadoras.

Agradecimientos

Al CONAHCYT: Proyecto 1312404, "Ensilaje de la pulpa (Guishe) de pencas de agave: Dinámica e interacciones de las comunidades microbianas y efecto del ensilado en el microbioma del rumen", beca posdoctoral 2022 (1) M. Montserrat Cruz Benítez y beca de doctorado Fred E. Hernández Perea.

Referencias

- INEGI 2023. CENSO AGROPECUARIO 2022 CENSO. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/>
- Lara M (11 marzo 2024). México ¿Qué lugar ocupa en emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)? Fecha de consulta 23/07/2024 en <https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/mexico-que-lugar-ocupa-en-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-gei/>
- Leyva DP, Da Costa RLD, Gimenes FMDA y Lugo FC. 2024. Use of sugarcane crop residue silage with different levels of inclusion in dual-purpose cow diets. *Observatorio de la Economía Latinoamericana* 22 (1): 3177–3191.
- Pinos-Rodríguez JM, Zamudio M, González SS, Mendoza GD, Bárcena R, Ortega ME y Miranda LA. 2009. Effects of maturity and ensiling of *Agave salmiana* on nutritional quality for lambs. *Animal Feed Science and Technology* 152 (3–4): 298–306.
- Ramírez-Manzano SI. 2020. Aprovechamiento del maguey pulquero, en Nanacamilpa, Tlaxcala, México. *Revista Etnobiología* 18 (1): 65-76

- Rojas-Downing MM, Nejadhashemi AP, Harrigan T y Woznicki SA. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management* 16: 145–163.
- Ross EM, Moate PJ, Marett L, Cocks BG y Hayes BJ. 2013. Investigating the effect of two methane-mitigating diets on the rumen microbiome using massively parallel sequencing. *Journal of Dairy Science* 96 (9): 6030–6046.
- Sahoo A. 2018. Silage for climate resilient small ruminant production. *Ruminants: The Husbandry, Economic and Health Aspects* 11:11-39
- Sainz-Ramírez A, Velarde-Guillén J, Estrada-Flores JG y Arriaga-Jordán CM. 2021. Productive, economic, and environmental effects of sunflower (*Helianthus annuus*) silage for dairy cows in small-scale systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 53 (2): 256.
- Sosa Baldivia A y Ruíz Ibarra G. 2017. La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. *Papeles de Población* 23 (93): 207–230.
- United Nations (15 noviembre 2023). Desafíos globales, Población. Naciones Unidas. Fecha de consulta 18/04/2024 en <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- Wang Y, Zhou H, Gao Y, Wang N, Liu H, Yang F y Ni K. 2023. Ensiling vine tea (*Ampelopsis grossedentata*) residue with *Lactobacillus plantarum* inoculant as an animal unconventional fodder. *Journal of Integrative Agriculture* 22 (4): 1172–1183.
- Zamudio DM, Pinos-Rodríguez JM, González SS, Robinson PH, García JC y Montañez O. 2009. Effects of *Agave salmiana* Otto Ex Salm-Dyck silage as forage on ruminal fermentation and growth in goats. *Animal Feed Science and Technology* 148 (1): 1–11.

Cruz-Benítez MM, Hernández-Perea FE, Aguirre-von Wobeser E. 2024. Un paso hacia la ganadería sostenible: cambiando la dieta de los rumiantes. *Bioagrocencias* 17 (2): 38 - 45.

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.5672>