

Sargazo: recurso potencial para la ganadería tropical en México ϕ

Luis A. Canul-Ku^{1,2}, Fernando Casanova-Lugo^{2*},
Laura Macario-González², Luis A. Lara-Pérez²

Introducción

Desde hace más de una década, la costa del Caribe Mexicano ha experimentado un proceso recurrente. El arribo a sus playas de sargazo, compuesto por masas de algas pardas (*Sargassum natans* y *S. fluitans*) (Fig. 1), se ha convertido en una crisis socio-ambiental, ya que su acumulación y descomposición han deteriorado el paisaje y generado impactos económicos y ecológicos desde 2011 (Chávez *et al.* 2020).

Pero ¿Cómo podría ese problema transformarse en una solución? El sargazo contiene en sus tejidos vegetales nutrientes, minerales y compuestos bioactivos que podrían tener uso para la industria farmacéutica y la nutrición animal (Milledge *et al.* 2016), y además estos compuestos le confieren al sargazo propiedades prebióticas, antioxidantes, antimicrobianas, antivirales, antitumorales, antiinflamatorias, inmunoprotectoras y termorreguladoras (Angulo *et al.* 2020; Pradhan *et al.* 2022).

El problema para usar el sargazo de forma segura es que también contiene metales pesados, como el arsénico, mercurio, plomo, cadmio y aluminio que podrían acumularse en tejidos animales si se usa como alimento (Milledge *et al.* 2020). Aunque hasta la fecha no existe evidencia sobre intoxicaciones por alimentación animal, es crucial investigar exactamente qué tipo y cantidad de arsénico contienen el sargazo y cómo estos compuestos afectan a los animales de corral que pudieran consumirlo (Carrillo-Domínguez *et al.* 2023). El objetivo de este trabajo es describir el uso potencial del sargazo como ingrediente no convencional en la

ϕ ¹Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI). Av. Insurgentes Sur 1582, Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México, ²Tecnológico Nacional de México Campus IT de la Zona Maya. Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Quintana Roo, México, *fkzanov@gmail.com
DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6972>



dieta de rumiantes (*e.g.*, bovinos, ovinos y caprinos), por su fisiología digestiva, explorar beneficios adicionales como la mitigación de metano entérico (CH_4) que los rumiantes producen por fermentación y la viabilidad de crear una economía circular para el sargazo.

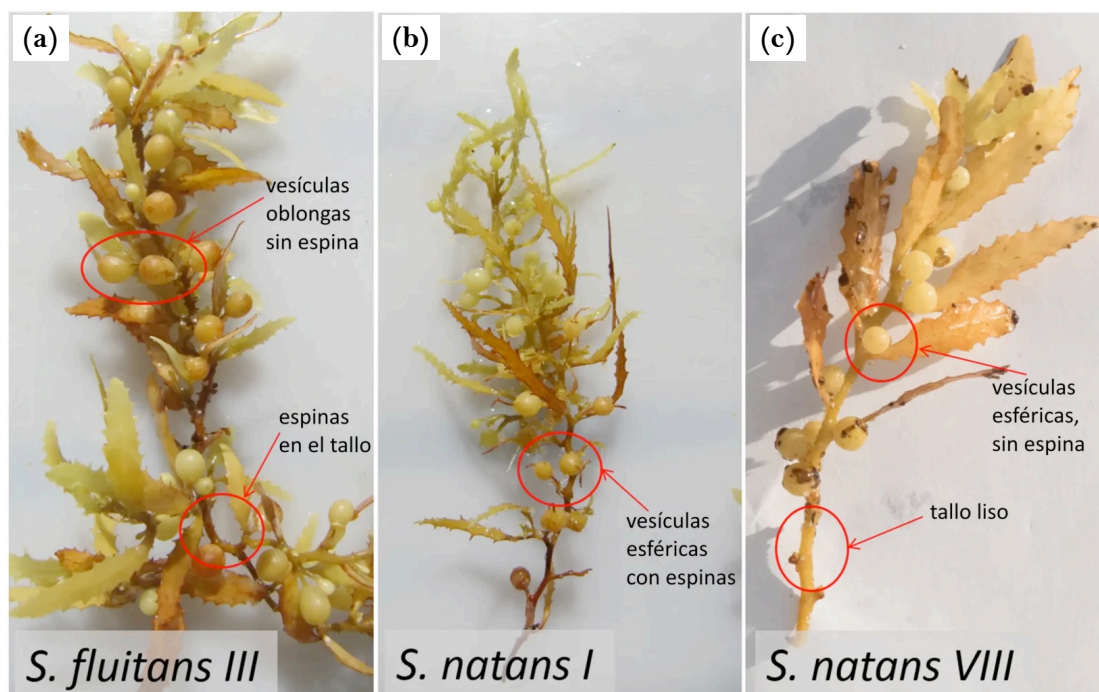


Figura 1. Especies de sargazo (*Sargassum*) o algas pardas, y morfotipos comunes en el Caribe Mexicano (Fuente: <https://sargassummonitoring.com/es/>).

Valor nutricional del sargazo

El sargazo aporta macro y microminerales claves para la dieta de rumiantes, como el azufre, calcio, potasio, magnesio, hierro, iodo, cobre, manganeso, selenio, entre otros (Cabrita *et al.* 2016). Además, su contenido de proteína cruda (6%), fibra (45%) y lípidos (4%), donde destacan los ácidos grasos poliinsaturados esenciales para productos nutraceuticos de origen animal (*i.e.*, carne y leche). Estos nutrientes son altamente asimilables para los rumiantes, sobre todo en épocas de sequía cuando la calidad del pasto es deficiente (Milledge *et al.* 2020; Carrillo-Domínguez *et al.* 2023).

El contenido de arsénico en sargazo es un desafío como dieta para animales. No obstante, el arsénico se encuentra en el tejido algal en forma orgánica y posee menor toxicidad en comparación con las formas inorgánicas de arsénico, y por tanto pudiera ser menos peligrosa (Cabrita *et al.* 2016). La carga de metales pesados en el sargazo puede reducirse por protocolos post-colecta, que incluyen lavados con agua dulce (fría o caliente) y tratamientos con soluciones químicas, como el ácido cítrico (Poeloengasih *et al.* 2022).

“El problema para usar el sargazo de forma segura es que también contiene metales pesados, como el arsénico, mercurio, plomo, cadmio y aluminio que podrían acumularse en tejidos animales si se usa como alimento.”

Viabilidad y sustentabilidad del sargazo como recurso estratégico

Anualmente, a la costa del Caribe Mexicano arriban toneladas de sargazo que, si bien representan una problemática socio-ambiental, también podrían ser una oportunidad de innovación. Cada año se retiran entre 10,000 y 40,000 m³ de biomasa de sargazo por kilómetro de playa y los costos operativos alcanzan hasta un millón de dólares por kilómetro (Rodríguez-Martínez *et al.* 2023). Sin embargo, el manejo del sargazo como desecho carece de estrategias integrales orientadas a una valorización a gran escala.

Su acumulación deteriora los ecosistemas costeros e impacta negativamente en la economía de la región, donde la industria turística es la actividad principal que aporta el 3.5% del producto interno bruto nacional (PIB). Desde una perspectiva ambiental, la acumulación y descomposición del sargazo en las playas es un riesgo de contaminación en suelos y afectación del sistema hídrico de la península de Yucatán (Rodríguez-Muñoz *et al.* 2021). Además, durante su descomposición se liberan de gases dañinos a la atmósfera, como el sulfuro de hidrógeno (H₂S) y que pueden ocasionar problemas de salud pública por enfermedades respiratorias e infecciones cutáneas (Resiere *et al.* 2021) (Fig. 2).

Pero, ¿Qué pasaría si el problema de la acumulación de sargazo se transformara en un recurso valioso? En los últimos años, se han desarrollado iniciativas para uso y transformación de esta alga en productos innovadores, como zapatos, cuadernos, materiales de construcción y hasta fertilizantes para la agricultura (Milledge *et al.* 2016). Sin embargo, el desafío más importante ha sido cómo recolectarlo de manera eficiente en el océano. Para esto, es de vital importancia la creación de políticas públicas que incentiven los desarrollos tecnológicos para facilitar su manejo y aprovechamiento (Arango *et al.* 2020).



Figura 2. **a**, representación de la acumulación de la biomasa de sargazo en playas de Cancún, y **b**, trabajos de recolecta de sargazo por personal civil (Fuente: Reportur 2019 y Quintana Roo Hoy 2026).

La inclusión del sargazo en la dieta de rumiantes es una alternativa viable a largo plazo que podría impulsar la industria ganadera y, simultáneamente, reducir el impacto ambiental que ocasiona en las costas. Para ello, el sargazo podría recolectarse en el océano antes de su arribo y descomposición en la playa (Choi *et al.* 2020; Canul-Ku *et al.* 2024).

“Cada año se retiran entre 10,000 y 40,000 m³ de biomasa de sargazo por kilómetro de playa y los costos operativos alcanzan hasta un millón de dólares por kilómetro.”

Compuestos bioactivos y potencial del sargazo en la península de Yucatán

El sargazo posee compuestos bioactivos ideales para la nutrición de rumiantes, como los taninos, florotaninos, flavonoides, terpenoides, fucoxantinas, polisacáridos sulfatados (alginatos, fucoidanos y laminarinas), manitol y ácidos grasos poliinsaturados (Milledge *et al.* 2016). Estos compuestos no solo otorgan propiedades antioxidantes al animal sino que ayudan a combatir el daño celular oxidativo y ofrecen beneficios inmunológicos, antivirales y antiinflamatorios (Angulo *et al.* 2020; Pradhan *et al.* 2022).

La inclusión de sargazo en la dieta de rumiantes también ayudaría a mitigar los efectos negativos del estrés térmico, lo que es muy relevante en climas cálidos como en la península de Yucatán (Canul-Ku *et al.* 2024). Es decir, no solo es una excelente fuente de nutrientes sino que también contribuiría al bienestar de los animales en regiones con climas calurosos (Ellamie *et al.* 2020). No obstante, la implementación de estas alternativas requiere de un análisis científico más profundo.

Hasta ahora, la evidencia disponible de la inclusión de sargazo en la dieta de rumiantes se ha generado en condiciones de laboratorio y es necesario aún realizar ensayos en animales (*in vivo*) que permitan evaluar los efectos metabólicos de los rumiantes (Canul-Ku *et al.* 2024). Estudios sobre la alimentación son de vital importancia para descartar riesgos, como intoxicación o acumulación de metales pesados en tejidos animales, y por ende en los productos finales para el consumidor humano (Carrillo-Domínguez *et al.* 2023; Canul-Ku *et al.* 2025).

Si se logra identificar que el sargazo es seguro y eficaz en la dieta de rumiantes, podría transformarse en un recurso innovador para la ganadería tropical y contribuir al fortalecimiento de la competitividad del sector pecuario (Canul-Ku *et al.* 2024). En el último censo ganadero, la península de Yucatán registró un inventario de 1,040,111 cabezas de ganado bovino de todos los sistemas de producción (INEGI 2022). Si un bovino consume al día 3% en base seca de su peso vivo, un animal de 500 kg ingeriría aproximadamente 15 kg de alimento por día. Si en este esquema se sustituye tan solo 10% de la dieta con harina de sargazo, cada animal consumiría 1.5 kg de este recurso al día, lo que equivaldría a 45 kg al mes por animal y un consumo estimado de 46,805 toneladas al mes considerando el inventario ganadero (Makkar *et al.* 2016). Desde esta perspectiva, la inclusión del sargazo como ingrediente no convencional en los sistemas de producción ganaderos en la región podría ser una estrategia alimenticia con un impacto significativo en la sostenibilidad de la actividad pecuaria (Canul-Ku *et al.* 2024).

“Si se logra identificar que el sargazo es seguro y eficaz en la dieta de rumiantes, podría transformarse en un recurso innovador para la ganadería tropical y contribuir al fortalecimiento de la competitividad del sector pecuario.”

El sargazo como regulador de la producción de metano en rumiantes

El sargazo puede ser aditivo y mejorador de la respuesta animal por sus propiedades bioactivas, y capaz de optimizar la eficiencia alimenticia, y simultáneamente mitigar la producción de metano entérico (Makkar *et al.* 2016). Al respecto, los protozoarios en el rumen contribuyen con el 30% del total del CH₄ entérico en los rumiantes por su estrecha relación con las arqueas metanogénicas, por lo que cambiar la dieta puede tener un impacto positivo en el ambiente (Newbold *et al.* 2015).

La inclusión de sargazo en la dieta de pequeños rumiantes puede reducir la población de protozoarios y mejorar la fermentación de los nutrientes (Choi *et al.* 2020; Canul-Ku *et al.* 2024). Este mecanismo está relacionado con los compuestos bioactivos en las algas pardas que

regulan a los microorganismos metanogénicos en el rumen (Pradhan *et al.* 2022). Aunque las evidencias que existen hasta el momento son bajo condiciones *in vitro*, el sargazo podría convertirse en un recurso estratégico importante en la península de Yucatán donde los pastos suelen ser de baja calidad durante la temporada de sequía (Fig. 3).

En términos de efectividad, la inclusión de varias especies de sargazo a las dietas de rumiantes puede reducir la producción de metano hasta en 40%, aunque los resultados son variables (Choi *et al.* 2020). Hasta el momento, la respuesta animal en la reducción de metano es nula. En la India, vacas que consumieron sargazo *S. johnstonii* no manifestaron diferencias en la producción de metano (Singh *et al.* 2014). Sin embargo, la inclusión de hasta el 20% de algas pardas a las dietas mejoró la ganancia de peso y la producción de leche en ovejas y vacas (Singh *et al.* 2014; Ellamie *et al.* 2020).



Figura 3. Procesamiento del sargazo para su conversión en harina. **a y b**, secado al sol y en estufa. **c**, cribado para eliminar el exceso de arena. **d**, molienda a un tamaño de partícula de 1-2 mm. **e**, experimento de producción de gas *in vitro* para su evaluación nutritiva.

Conclusiones

El sargazo podría ser un recurso alternativo no convencional para integrarse como suplemento en la nutrición de rumiantes. Si bien persisten desafíos técnicos en su composición química y presencia de metales pesados, los avances en técnicas de procesamiento y tratamiento lo posicionan como una opción para fortalecer la sostenibilidad ganadera tropical. La integración del sargazo a los sistemas productivos locales permitiría transformar un problema ambiental en una oportunidad para obtener un alimento funcional que, por un lado, contribuya al manejo del sargazo y a la limpieza de las playas y por el otro, que funcione como un modulador ruminal para la mitigación del metano entérico proveniente de la ganadería.

Referencias

- Angulo C, Chavez-Infante L, Reyes-Becerril M, Angulo M, Romero-Geraldo R, Llinas-Cervantes X y Cepeda-Palacios R. 2020. Immunostimulatory and antioxidant effects of supplemental feeding with macroalga *Sargassum* spp. on goat kids. *Tropical Animal Health and Production* 52:2023-2033.
- Arango J, Ruden A, Martinez-Baron D, Loboguerrero AM, Berndt A *et al.* 2020. Ambition meets reality: achieving GHG emission reduction targets in the livestock sector of Latin America. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4(65):1-9.
- Cabrita ARJ, Maia MRG, Oliveira HM, Sousa-Pinto I, Almeida AA, Pinto E y Fonseca AJM. 2016. Tracing seaweeds as mineral sources for farm-animals. *Journal of Applied Phycology* 28:3135-3150.
- Canul-Ku LA, Sanginés-García JR, Valdivieso-Pérez IA, Casanova-Lugo F, Aguilar Urquizo E, Canul-Solís J, Vargas-Bello-Pérez E, Alvarado-López C y Piñeiro-Vázquez ÁT. 2024. Sargazo pelágico: una alternativa nutricional para la ganadería tropical en el sureste mexicano. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences* 40(2):449-466.
- Canul-Ku LA, Casanova-Lugo F, Aguilar-Urquizo E, Valdivieso-Pérez I, Arcos-Álvarez D *et al.* 2025. *In vitro* fermentation characteristics of pelagic *sargassum* for inclusion in integral diets for ruminants. *Fermentation* 11(7):390.
- Carrillo-Domínguez S, Rodríguez-Martínez RE, Díaz-Martínez M, Magaña-Gallegos E y Cuchillo-Hilario M. 2023. Potential application of pelagic *Sargassum* spp. in animal feeding. *Journal of Applied Phycology* 35(1):433-444.
- Chávez V, Uribe-Martínez A, Cuevas E, Rodríguez-Martínez RE, van Tussenbroek BI *et al.* 2020. Massive influx of pelagic *Sargassum* spp. on the coasts of the Mexican Caribbean 2014–2020: challenges and opportunities. *Water* 12(10):2908.
- Choi YY, Lee SJ, Lee YJ, Kim HS, Eom JS, Kim SC, Kim ET y Lee SS. 2020. New challenges for efficient usage of *Sargassum fusiforme* for ruminant production. *Scientific Reports* 10:19655.
- Ellamie AM, Fouda WA, Ibrahim WM y Ramadan G. 2020. Dietary supplementation of brown seaweed (*Sargassum latifolium*) alleviates the environmental heat stress-induced toxicity in male Barki sheep (*Ovis aries*). *Journal of Thermal Biology* 89:102561.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2022. Economía y Sectores Productivos: Ganadería. Fecha de consulta 10/04/2026 en https://www.inegi.org.mx/temas/ganaderia/#informacion_general.

- Makkar HP, Tran G, Heuzé V, Giger-Reverdin S, Lessire M, Lebas F y Ankers P. 2016. Seaweeds for livestock diets: a review. *Animal Feed Science and Technology* 212:1-17.
- Milledge JJ y Harvey PJ. 2016. Golden tides: problem or golden opportunity? the valorisation of *Sargassum* from beach inundations. *Journal of Marine Science and Engineering* 4(3):60.
- Milledge JJ, Maneein S, López EA y Bartlett D. 2020. *Sargassum* inundations in Turks and Caicos: Methane potential and proximate, ultimate, lipid, amino acid, metal and metalloid analyses. *Energies* 13(6):1523.
- Newbold CJ, De La Fuente G, Belanche A, Ramos-Morales E y McEwan NR. 2015. The role of ciliate protozoa in the rumen. *Frontiers in Microbiology* 6:1313.
- Poeloengasih CD, Prasetyo DJ, Windarsih A, Khasanah Y, Suryani R, Kumayanjati B y Yulianto P. 2022. Impact of processing pre-treatments on color and the level of heavy metal reduction of the green alga *Ulva* sp.: a preliminary study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1119:012040.
- Pradhan B, Nayak R, Bhuyan PP, Patra S, Behera C *et al.* 2022. Algal phlorotannins as novel antibacterial agents with reference to the antioxidant modulation: current advances and future directions. *Marine Drugs* 20(6):403.
- Resiere D, Mehdaoui H, Florentin J, Gueye P, Lebrun T *et al.* 2021. *Sargassum* seaweed health menace in the Caribbean: clinical characteristics of a population exposed to hydrogen sulfide during the 2018 massive stranding. *Clinical Toxicology* 59(3): 215-223.
- Rodríguez-Martínez RE, Torres-Conde EG y Jordán-Dahlgren E. 2023. Pelagic *Sargassum* cleanup cost in Mexico. *Ocean & Coastal Management* 237:106542.
- Rodríguez-Muñoz R, Muñoz-Castillo AI, Euán-Avila JI, Hernández-Núñez H, Valdés-Lozano DS, Collí-Dulá RC y Arias-González JE. 2021. Assessing temporal dynamics on pelagic *Sargassum* influx and its relationship with water quality parameters in the Mexican Caribbean. *Regional Studies in Marine Science* 48:102005.
- Singh BK, Chopra RC, Rai SN, Verma MP y Mohanta RK. 2015. Nutritional evaluation of seaweed on nutrient digestibility, nitrogen balance, milk production and composition in Sahiwal cows. *Proceedings of the National Academy of Sciences India Section B. Biological Sciences* 87:437-443.

Canul-Ku LA, Casanova-Lugo F, Macario-González L, Lara-Pérez LA. 2026. Sargazo: recurso potencial para la ganadería tropical en México. *Bioagrociencias* 19 (1): 215-222.

DOI: <http://doi.org/10.56369/BAC.6972>