

Impacto ambiental en ganadería bovina de leche mediante filtración de agua contaminada en la región semiárida del norte de México

Environmental impact on dairy cattle through contaminated water filtration in the semi-arid region of northern Mexico

Diana Georgina Muñiz-Monzón¹, Verónica Susana Figueroa-Vázquez¹, Karla Valeria Tapia-Frías¹, Andrea Fernanda Vallejo-Ortiz¹, Liliana Anda-López¹, Arturo Angel-Hernández²

¹Estudiante de la licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato.

²Profesor de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato.

División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca.

a.angel@ugto.mx²

Resumen

Los principales impactos ambientales de la industria ganadera ocurren sobre la tierra, el suelo, la atmósfera, el clima, el agua, el paisaje y la biodiversidad. Por otro lado, esta actividad es una de las principales fuentes de contaminación del suelo por el vertido de nutrientes, materia orgánica, microorganismos patógenos y residuos de medicamentos en ríos, lagos y aguas costeras. En 2018 Jalisco aportó el 20% de los 12 mil millones de litros de leche producidos en México, Coahuila, Durango, Chihuahua, Guanajuato y Veracruz en conjunto aportaron el 44%, mientras que los demás estados produjeron el 36% del producto nacional. Gracias a la creciente demanda de productos lácteos, ha contribuido a otros aspectos como la contaminación del agua y la eutrofización.

Palabras clave: Contaminación de agua; consumo hídrico; desechos orgánicos.

Introducción

El agua tiene un papel fundamental como factor limitante para el desarrollo de la agricultura y la ganadería. Estas actividades demandan grandes cantidades de agua, con un consumo del 70% del total de agua dulce utilizada. En el año 2000 las actividades fueron responsables de un 93% de su agotamiento (Banco mundial, 2017).

Los principales impactos ambientales del sector pecuario se producen en la tierra, el suelo, la atmósfera, el clima, el agua, el paisaje y la biodiversidad. Por una parte, esta actividad constituye una de las principales fuentes de contaminación terrestre al verter nutrientes, materia orgánica, microorganismos patógenos y residuos farmacológicos a ríos, lagos y aguas costeras; por ejemplo, las excretas del ganado contienen cantidades importantes de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio), metales pesados, patógenos y residuos de medicamentos, si estos elementos llegan al agua o se acumulan en el suelo constituyen una amenaza para el medio ambiente (Carrillo y Celis, 2017).

Además, las descargas de lodos de pozos negros y las aguas residuales de los animales y del procesamiento de alimentos contribuyen a la contaminación de los recursos hídricos, esparciendo residuos biológicos y químicos en el medioambiente. (Pinos *et al.*, 2012). Si no se manejan de forma apropiada, el escurrimiento de nutrientes y la concentración excesiva de nitrógeno y fósforo pueden dañar los ecosistemas y las pesquerías costeras (FAO, 2018).

Es importante mencionar que la producción pecuaria también requiere agua para los servicios de limpieza de las unidades de producción, lavado de los animales, instalaciones de enfriamiento de los animales y sus productos y eliminación de los desechos (De Ventanilla, 2014).

El objetivo de la investigación es dar a conocer el impacto de la contaminación del agua ocasionada por actividades de ganadería bovina en la región semiárida del norte de México.



Desarrollo

Las zonas de clima árido y semiárido se caracterizan por presentar baja disponibilidad de agua, cuantificada a base de la precipitación media anual, en relación con la evaporación de un área geográfica determinada. Cuando esta relación es menor a 0.65 se considera zona de clima árido y semiárido. Los factores que inciden en esta alta evaporación son la radiación solar incidente, la presión de vapor del aire, gran fluctuación de temperaturas diurna/nocturna y la velocidad del viento (Arredondo, 2013).

Los suelos de estas zonas son variables en profundidad, textura, pH, conductividad eléctrica y fertilidad, siendo frecuente los suelos con perfil incipiente o poco desarrollado. Estos suelos acumulan sales solubles cuya distribución, composición y concentración depende de las características y flujo del agua en el perfil. En zonas con baja precipitación, la evaporación del agua deja en el suelo sales que, al no ser disueltas y redistribuidas, generan la salinización de los suelos. Los suelos de zonas áridas y semiáridas acumulan carbonato y la tasa de infiltración del horizonte cálcico depende del contenido de carbonato. La productividad de estos suelos depende de la capacidad de retención de agua, textura, profundidad y contenido de materia orgánica (Mazuela, 2013).

En América del Norte se calcula que un tercio de su superficie puede considerarse como árido o semiárido. Usando diferentes criterios, en especial la cantidad total de precipitación de la lluvia expresada en mm y algunos indicadores socioeconómicos, la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (Conaza, 1994) considera que México tiene alrededor de 41% de zonas áridas y semiáridas, en donde vive cerca del 18% de la población nacional (González, 2012).

El crecimiento poblacional acelerado y la inadecuada planeación de la infraestructura se ha convertido en algunas de las causas que afectan el abasto, la distribución y la calidad del agua, ya que ha provocado un aumento de la demanda del agua y la presión hídrica sobre los sistemas de abastecimiento a niveles poco sostenibles. La búsqueda de sistemas alternativos de abastecimiento y la reutilización del agua hoy en día son funciones imperativas para las ciudades y con un enfoque de sustentabilidad es fundamental para el desarrollo de la región semiárida (Peña, 2016).

En cuanto a México la producción nacional de leche de bovino se incrementó de 7 mil millones de litros en 1980 a 12 mil millones de litros en 2018; aunque sin lograr satisfacer la creciente demanda interna, por lo que se ha tenido que recurrir a las importaciones, particularmente provenientes de Estados Unidos en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) (Loera y Banda, 2017).

Los ganaderos de Jalisco constituyen la mayor cuenca estatal productora de leche en el país alcanzando tres y medio millones de litros de leche al día. La raza holstein predomina en las ganaderías, donde se aprecian los sistemas de producción intensivo, semintensivo y familiar, predominando el semi-intensivo donde es evidente la vocación del productor de Jalisco por la ganadería de leche. El estado de Jalisco dispone de una planta industrial para lácteos importante donde se procesan e industrializan más de dos millones de litros de leche al día. Las principales plantas procesadoras e industriales de leche son lechera Guadalajara, la Pureza, Parmalat, Nestlé, 19 Hermanos, Lala y Alpura (Díaz, 2018).

En 2018 el estado de Jalisco contribuyó con el 20% de los 12 mil millones de litros de leche que se produjeron en México, Coahuila, Durango, Chihuahua, Guanajuato y Veracruz conjuntamente proveyeron el 44%, mientras que el resto de las entidades federativas produjeron el 36% de la producción nacional. Gracias a la creciente demanda de lácteos ha contribuido a otros aspectos como la contaminación del agua y la eutrofización (Robledo, 2019).

En Jalisco, la contaminación del agua se origina principalmente por descargas residuales sin tratar de origen industrial, doméstico, comercial, agropecuario y de retorno agrícola. Además, hay otras fuentes de contaminación externas, como los tiraderos de basura a cielo abierto, rellenos sanitarios defectuosos, descargas ocasionales e indebidas de materias y sustancias químicas y petroquímicas, subproductos agropecuarios y escombros de construcción, que se hacen sin control en distintos sitios alrededor de la zona metropolitana y en la mayoría de las poblaciones del estado (CIVIL, 2012).



Gran parte de los cuerpos de agua están contaminados, en mayor o menor medida. De acuerdo con la información generada por la Red Nacional de Monitoreo (RNM) que opera Conagua, las principales corrientes de Jalisco y del lago de Chapala muestran problemas importantes de contaminación, especialmente las zonas industriales: El Salto, la ZMG, Lagos de Moreno en los Altos, y la zona tequilera en Tequila. El Lago de Chapala se encuentra medianamente contaminado. El río Santiago se encuentra muy contaminado en su tramo entre la hidroeléctrica Las Juntas y la Derivadora Corona; en varios kilómetros se considera río muerto, con una elevada carga de contaminantes peligrosos como mercurio y cadmio. Además, existe una contaminación latente y progresiva en otras cuencas del estado, en las que a lo largo de diversos tramos de sus corrientes principales carecen de puntos de monitoreo, aunque se tiene conocimiento de que reciben descargas de tipo doméstico, industrial y agrícola (Javier, 2014).

La producción agrícola en los municipios rurales de Jalisco utiliza una gran cantidad de sustancias agroquímicas y fertilizantes nitrogenados. Las superficies de cultivo han incrementado en el estado a un ritmo de 20 mil hectáreas por año. Los fertilizantes han provocado la degradación química de los suelos al aumentar su acidez y la sobrecarga de nitrógeno que emplean incrementa la contaminación García Barragán, La Barca y La Huerta (Covarrubias, 2018)

El agua es contaminada por las excretas ganaderas directamente a través de escurrimientos, infiltraciones y percolación profunda en las granjas, e indirectamente por escorrentías y flujos superficiales desde zonas de pastoreo y tierras de cultivo (Pinos *et al.*, 2012). Así mismo, afecta la cantidad de estiércol generada en una explotación ganadera, la cual no será constante, sino que dependerá de una serie de factores, tales como: El número de animales, la aptitud productiva, la edad de los animales, el método de explotación y el tipo de alimentación (Espinosa, 2021)

La cantidad de producción de estiércol, en vacuno de leche supone entre el 6.3% y el 9% del peso vivo, esto es, unos 50 k al día por animal adulto. La materia fecal es alrededor del 70% de esa cantidad, siendo la orina el 30% restante. En términos de contaminación, los estiércoles y purines se caracterizan por:

1. Elevado contenido en materia orgánica
2. Gran cantidad de sólidos en suspensión
3. Alta concentración en nitrógeno y fósforo
4. Presencia de agentes patógenos

Nitrógeno y Fosforo

El nitrógeno es abundante en el estiércol, y está relacionado con la contaminación de aguas subterráneas por la lixiviación de nitrato a través del suelo, mientras que el fósforo del estiércol está relacionado con la contaminación de aguas superficiales (Bolaños *et al.*, 2017).

Debido a que el fósforo en el agua no se considera directamente tóxico, no se han establecido niveles estándares en el agua potable. Sin embargo, el fósforo tiene un impacto ambiental importante en los recursos hídricos porque vertido directamente en las corrientes o aplicado en dosis excesivas en el suelo, estimula el proceso de eutrofización el cual aumenta las plantas acuáticas, disminuye el oxígeno disuelto y varía el pH, afectando así la calidad del agua (Pinos *et al.*, 2012).

En los sistemas más intensivos, la contaminación de fuentes de agua superficial puede ser tal que se provoque su eutrofización por la presencia de altas concentraciones de nitrógeno y fósforo (Tieri *et al.* 2014).

Metano

La producción de metano (CH₄) por los rumiantes se deriva de manera natural del proceso digestivo en estos, pero constituye una pérdida de energía y contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo que ha aumentado el número de investigaciones a fin de reducir la metanogénesis ruminal. Esta última está influenciada por varios factores, entre los que destacan: consumo de alimento, composición y digestibilidad de la dieta y procesamiento previo del alimento (Bonilla y Lemus, 2012).



Huella hídrica

La huella hídrica es relevante cuando se analiza la intensificación sostenible de la producción ganadera, no solo porque el agua es un recurso escaso en la mayoría de los ecosistemas y que va a hacerse más crítico con el cambio climático. La huella hídrica se define como la cantidad de agua necesaria para producir un producto y asimilar los contaminantes que se generan a partir de él (Schneir, 2016).

Esta huella hídrica se divide en tres colores según el tipo de volumen (FAO, 2018):

La huella de agua azul es el volumen de agua dulce consumida a partir de los recursos de agua azul (aguas superficiales y subterráneas) para producir los bienes y servicios necesarios para individuos o comunidades. En la producción de leche, esta huella hídrica es de un consumo de 6.6 L de agua (incluyendo consumo y servicios de limpieza) aprox. Para la producción de 1 L de leche

La huella de agua verde es el volumen de agua evaporada, transpirada o incorporada por las plantas (es decir, consumida durante el proceso de producción) a partir de los recursos de agua verde globales (agua de lluvia almacenada en el suelo a nivel de las raíces).

La huella de agua gris es el volumen de agua dulce necesario para asimilar una cantidad dada de contaminantes, teniendo en cuenta las concentraciones naturales y las normas de calidad ambiental del agua existentes.

El análisis del impacto de la ganadería sobre el manejo sustentable de los recursos hídricos se ha basado extensamente sobre la huella de agua azul. Aunque el agua es utilizada en todas las etapas de la producción ganadera (desde el agua de bebida hasta el agua de procesamiento de lácteos y de carnes) es la producción de forrajes la que requiere las mayores cantidades.

Normativas Mexicanas

Las leyes y normas que se aplican a las granjas ganaderas son diversas y todos los productores están obligados a cumplirlas. Entre ellas se encuentran las siguientes (Rojas y Vallejo, 2016)

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988)

En su artículo 7º establece que corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en la ley y las leyes locales en materia ambiental, la facultad de la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, entre los que se encuentran los desechos de la ganadería.

Por otro lado, en su artículo 122 establece que las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir la contaminación de los cuerpos receptores.

Ley Federal de Derechos

En su artículo 277-B, establece el monto del derecho a pagar según el volumen descargado durante el trimestre por cada metro cúbico según la actividad. Por otro lado, el artículo 278 establece los montos del pago de descarga en función de las concentraciones del agua residual de descargas preponderantemente biodegradables, entre las que se encuentran la cría y explotación de animales.

Así mismo, el artículo 278b establece las concentraciones de contaminantes descargados al cuerpo receptor y que se determinaran trimestralmente en función del número de horas de operación de la granja y de la cantidad de toneladas de demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales producidas (Conagua, 2014).



Ley de Aguas Nacionales (1992) y su reglamento (1994)

El artículo 29 bis establece que los asignatarios a los cuales la autoridad haya otorgado el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales (aguas de propiedad federal) tendrán las siguientes obligaciones:

1. Garantizar la calidad de agua conforme a los parámetros referidos en las Normas Oficiales Mexicanas.
2. Descargar las aguas residuales a los cuerpos receptores previo tratamiento, cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas o las condiciones particulares de descarga, según sea el caso y procurar su reúso.
3. Asumir los costos económicos y ambientales de la contaminación que provocan sus descargas, así como asumir las responsabilidades por el daño ambiental causado.

El artículo 88 de esta misma ley establece que las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.

Opciones para mejorar la eficiencia de uso del agua

Reducir el uso de agua incluye optimizar el uso de tecnología para mejorar la eficiencia, y virar hacia sistemas mixtos agrícola-ganaderos, los cuales utilizan menos agua al tiempo que incrementan la productividad. Uno de los desafíos centrales que enfrenta el sector ganadero con respecto al agua es el manejo y disposición de los residuos. Muchas soluciones técnicas están implementadas en los sistemas de producción intensivos para mejorar la recolección, almacenado y procesamiento del estiércol, utilizando procesos físicos y químicos. (Morales *et al.*, 2016).

En cuanto a la creciente amenaza de los patógenos resistentes que circulan en el agua, un primer paso sería reducir el uso de antimicrobianos, haciendo que estén más disponibles y asequibles las vacunas de calidad y los análisis diagnósticos, al tiempo que se mejoran la bioseguridad y la higiene en granjas y mercados. De hecho, un elemento clave para reducir el uso de antimicrobianos en ganado es garantizar la salud y el bienestar de los animales, ya que la prevención efectiva es la mejor manera de mantener a los animales sanos (Villagra *et al.*, 2011).

Es necesario introducir un enfoque integrado para reducir el uso de antimicrobianos, con el ganado como una parte esencial de las estrategias nacionales de salud animal. Implementado a través de planes de acción específicos y sostenido por sistemas de vigilancia armonizados, tal enfoque también produciría datos valiosos sobre la presencia de RAM en el ganado y en sus productos alimenticios. Esto también proporcionaría información vital para una evaluación continua de las medidas tomadas. Todas las partes involucradas en el sector, incluyendo productores, veterinarios privados y empresas de alimentos, tienen que ser conscientes de la urgente necesidad de reducir el uso de antimicrobianos e involucrarse activamente en este proceso (Bentancur y Kurioka, 2017).



Conclusión

La actividad ganadera en México figura entre los sectores más perjudiciales para los cada día más escasos recursos hídricos, contribuyendo entre otros aspectos a la contaminación del agua y la eutrofización, teniendo que desde el inicio de los años noventa la producción de leche en México creció a una tasa media anual de 1.3%. Así mismo, México en el 2018 produjo alrededor de 12 millones de toneladas de leche de bovino, colocando al país en el octavo productor mundial; sin embargo, provocó la demanda de los principales agentes contaminantes como los desechos animales, los antibióticos y las hormonas, los fertilizantes y pesticidas usados para fumigar. Estos residuos, por su humedad y capacidad de descomposición rápida desprenden gases como el metano, involucrado en el cambio climático global. Además, ocasionan el arrastramiento de los contaminantes hacia los cuerpos de agua superficiales o su filtración a los acuíferos, deteriorando las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano e irrigación de campos agrícolas; amenazando, además, los ecosistemas acuáticos.

Referencias

- Arredondo, J. M., Ortega, C. V. y Arroyo, Y. R. (2013). Índices climatológicos regionales para la Sierra Gorda de Guanajuato. *Acta Universitaria*, 23(6), 10-25.
- Banco Mundial. (2017). El agua en la agricultura. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture#1>
- Bentancur, A., y Kurioka, M. (2017). El diseño y la implementación de los Planes nacionales de Resistencia Antimicrobiana a partir de la Comunicación de Riesgos de la teoría a la acción.
- Bolaños, A. J., Cordero, C. G. y Segura, A. G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre. *Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27.
- Bonilla, C. J. y Lemus, F. C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático: Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 3(2), 215-246.
- Carrillo, O. K. y Celis, M. J. (2017). Evaluación del impacto ambiental generado por las prácticas ganaderas en la Finca San José de Matadepantano - Yopal Casanare. Universidad de la Salle. Programa de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.
- CIVIL, I. (2012). El Sistema de Zanjales de Oxidación como una Alternativa de Tratamiento Biológico en México [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Conagua (2014). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía*. Consejo de Cuenca ríos Fuerte y Sinaloa (pp. 262).
- Covarrubias, V. F., Ojeda, S. A. y Arceo, O. M. (2018). Los condicionantes del desarrollo turístico del lago de Chapala y su ribera. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 9(2), 195-230.
- De Ventanilla, E. P. (2014). Facultad de zootecnia departamento de producción animal [Tesis doctoral Universidad Nacional Agraria la Molina].
- Espinosa, V. E. (2021). Actividad ganadera y contaminación ambiental. *Anales de la Real Academia de Doctores de España*, 6(2), 245-260.
- FAO (2018). Día Internacional de las Montañas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <http://web.archive.org/web/20191221022952/http://www.fao.org/3/CA2244ES/ca2244es.pdf>.
- FAO (2018) Ganadería y manejo sustentable del agua. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, 210, 12-17. World Livestock: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals. Rome. 222 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- González, M. F. (2012). Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat).



- Javier, G. V. (2014). Análisis Espacio-Temporal del monitoreo de la calidad del agua del Río Grande de Santiago, y sus implicaciones a la salud ambiental.
- Loera, J., y Banda, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista de investigaciones altoandinas*, 19(4), 419-426.
- Mazuela, A. P. (2013). Agricultura en zonas áridas y semiáridas. *Idesia*, 31(2).
- Morales, V. S., Vivas, Q. N. y Teran, G. V. (2016). Ganadería eco-eficiente y la adaptación al cambio climático. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1), 135-144.
- Peña, H. (2016). Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe.
- Pinos, R. J., García, L. J., Peña, A. L., Rendón, H. J., González, G. C. y Tristán, P. F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, 46(4), 359-370.
- Robledo, P. R. (2019). Política de producción y comercio de leche en México en el contexto actual.
- Rojas, R. J. y Vallejo, R. R. (2016). Las actividades ganaderas en Jalisco, México: cumplimiento ambiental de tratamiento de residuos sólidos y líquidos presentado por el sector productivo ante las instituciones ambientales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 10(39), 423-440.
- Díaz, S. (2018). Diagnóstico y evaluación de indicadores reproductivos de vacas Holstein y su efecto productivo en un sistema simi-intensivo.
- Schneir, E. R. (2016). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. *Saber y Hacer*, 2(1), 34-47.
- Tieri, M. P., Comeron, E., Pece, M. A., Herrero, M. A., Engler, P., Charlón, V. y García, K. (2014). Indicadores utilizados para evaluar la sustentabilidad integral de los sistemas de producción de leche con énfasis en el impacto ambiental. Buenos Aires, Argentina, INTA - EEA Rafaela. 27 p. (Publicación Miscelánea Año 2. No.1).
- Villagra, P. E., Giordano, C., Alvarez, J. A., Cavagnaro, J. B., Guevara, A., Sartor, C. y Greco, S. (2011). Ser planta en el desierto: estrategias de uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina. *Ecología austral*, 21(1), 29-42.

