



Acta Universitaria

ISSN: 0188-6266

actauniversitaria@ugto.mx

Universidad de Guanajuato

México

Acevedo Peralta, Antonio Ismael; Leos Rodríguez, Juan Antonio; Figueroa Viramontes, Uriel; Romo Lozano, José Luis

Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera

Acta Universitaria, vol. 27, núm. 4, julio-agosto, 2017, pp. 3-12

Universidad de Guanajuato

Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41652788001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera

Environmental policy: use and manure management in Comarca Lagunera

Antonio Ismael Acevedo Peralta*,[◊] Juan Antonio Leos Rodríguez*, Uriel Figueroa Viramontes**,
 José Luis Romo Lozano***

RESUMEN

Teniendo en cuenta el creciente desarrollo que ha adquirido la contaminación ambiental, es necesario analizar las actividades en la cadena del estiércol, desde la recolección hasta la aplicación. El uso de estiércol como fertilizante es una de las prácticas más antiguas utilizadas en la agricultura; sin embargo, la aplicación continua incrementa el riesgo de contaminación. La aproximación es principalmente empírica y combina trabajo de campo con el análisis del marco regulatorio en México. Se encontró que una práctica común en la Comarca Lagunera es la aplicación en dosis de hasta 150 ton/ha, sin un tratamiento previo. Respecto a la regulación, el manejo del estiércol es muy puntual. No se han generado estímulos para dimensionar y disminuir el impacto ambiental que se deriva de las actividades pecuarias. Adoptar medidas establecidas en otros países es una buena opción, un tratamiento y manejo adecuado del estiércol que disminuyan los problemas ocasionados.

ABSTRACT

Considering the increasing environmental pollution, it is necessary to analyze the activities in the manure chain, from collection to the application. The use of manure as fertilizer is one of the oldest practices in agriculture; however, continuous application increases the risk of contamination. The approach is mainly empirical, and combines fieldwork with the analysis of the regulatory framework in Mexico. A common practice in the Comarca Lagunera is the application at doses up to 150 ton/ha, without pretreatment. Regarding the regulation, manure management is very punctual. Have not been generated incentives to dimension and reduce the environmental impact derived from livestock activities. Take measures established in other countries is a good choice, since proper treatment and manure management to decrease the problems caused.

INTRODUCCIÓN

Las regulaciones o normas para el manejo de estiércol generado por el ganado en confinamiento varían mucho entre países y regiones, su propósito es disminuir el impacto negativo en el ambiente. México cuenta con un marco legal y normativo integrado por un conjunto de leyes, reglamentos y normas que sirven de pauta a la participación del estado en el establecimiento de políticas agrícolas y ambientales en el ámbito nacional. La institución responsable de la política ambiental es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) creada en 1994 y la encargada de la vigilancia y el cumplimiento de las leyes ambientales (Semarnat, 2013).

En relación a los problemas asociados con el estiércol en materia de inocuidad alimentaria existen dos agencias principales que tienen a su cargo la inocuidad de los alimentos tanto frescos, como procesados: el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agropecuaria y Alimentaria (Senasica) en la Secretaría de Agricultura, Gobernación, Desarrollo Rural, Pesca y

Recibido: 7 de marzo de 2016
 Aceptado: 31 de marzo de 2017

Palabras clave:
 Contaminación; mecanismos de regulación; actividades pecuarias.

Keywords:
 Pollution; regulatory mechanisms; livestock activities.

Cómo citar:
 Acevedo Peralta, A. I., Leos Rodríguez, J. A., Figueroa Vilmontes, U. & Romo Lozano, J. L. (2017). Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera. *Acta Universitaria*, 27(4), 3-12. doi: 10.15174/au.2017.1270

* Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y Agricultura Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, México. C.P. 56230. Correo electrónico: iacevedo@ciestaam.edu.mx

** Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Coahuila, México.

*** División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.

[◊] Autor de correspondencia.

Alimentación (Sagarpa) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) en la Secretaría de Salud (Cofepris, 2014; Sagarpa, 2015).

El estiércol de las granjas disemina patógenos en el ambiente por diferentes rutas mediante la aplicación de estiércol a la tierra como fertilizante, por las corrientes de agua que lo arrastran durante las tormentas o mediante el viento y por derrames de las lagunas o estanques de almacenamiento. Los granjeros producen más desechos de los que pueden aplicar a los campos y una vez que alcanzan el punto de saturación en el suelo los desechos fluyen en corriente, alcanzando los cuerpos de agua, pudiendo conducir un serio daño ambiental y peligro para la salud humana (Olivas, Salazar, Zúñiga & Trejo, 2009). Estos riesgos se reducen si las tierras se estercolan correctamente con las tasas de aplicación apropiadas, en el momento oportuno, con la frecuencia estrictamente necesaria y teniendo en cuenta las características espaciales (*Livestock and Poultry Environmental Stewardship Curriculum [LPES]*, 2011).

En México existe una amplia variación en los sistemas ganaderos que, según Cervantes, Santoyo & Álvarez (2001) se encuentran bien diferenciados en tres sistemas de producción: el intensivo, el doble propósito y el familiar; donde la producción varía de tamaño, la intensidad, el uso del suelo y la productividad. Como consecuencia, el manejo del estiércol muestra muchas variaciones que van desde grandes lagunas para el almacenamiento de estiércol líquido a pequeños montones de compost con estiércol sólido y otros residuos agrícolas en fincas de pequeños productores (Teenstra *et al.*, 2014).

La ganadería ocupa un lugar relevante en la Comarca Lagunera tanto por el porcentaje de la población que participa en la actividad como por la posición que ocupa la producción de leche a nivel nacional. La mayoría de los establos en la región realizan la limpieza de las áreas de alimentación mediante el uso de agua (golpe de agua o *flushing*), lo cual genera un líquido residual que pasa a fosas de almacenamiento. También son comunes los amontonamientos, algunas explotaciones realizan limpieza diaria en las áreas de descanso de los animales, otras llevan directamente el estiércol al campo, mientras que una menor cantidad lo acumula dentro del corral por un periodo de seis meses o más (Fortis *et al.*, 2009).

El estiércol normalmente se ha considerado como un producto de desecho de la producción ganadera; sin embargo, un nombre más preciso para este material sería un recurso reciclado de la ganadería, ya

que el productor tiene una segunda oportunidad para utilizar los nutrientes que no han sido plenamente utilizados por el animal. La correcta utilización de estiércol como un recurso puede ser muy beneficioso. Sin embargo, el uso inadecuado puede tener consecuencias ambientales nefastas que ponen el aire, el agua y los recursos del suelo en situación de riesgo (Nebraska-Lincoln, 2009).

Teniendo en cuenta el creciente desarrollo que ha tenido la contaminación ambiental, no solo en términos de mayor número de publicaciones en los últimos años, sino también en los recientes intentos por incluir criterios técnicos para la toma de decisiones, se justifica conocer la información disponible sobre la misma.

Por esta razón se realiza un diagnóstico sobre el uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera mediante el análisis de las actividades de recolección, almacenamiento, tratamiento y transporte a fin de aplicación, que integran la cadena del estiércol para obtener información relacionada con el valor que los agricultores le atribuyen. El presente estudio tiene como objetivo fundamental describir los mecanismos de regulación y las medidas de política ambiental que se emplean en el ámbito nacional: instrumentos económicos, regulaciones y medidas voluntarias que se han puesto en marcha, específicamente en estiércol, para regular el uso y manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la primera sección presenta la problemática asociada al uso del estiércol en la Comarca Lagunera. La segunda aborda cuestiones relacionadas sobre la política ambiental existente en México, así como la legislación y normatividad actual que regulan los problemas ambientales asociados al estiércol. Por último, se presentan las medidas e instrumentos de protección al ambiente en torno a la contaminación por estiércol.

Zona de estudio

El estudio se realizó en la región de la Comarca Lagunera, que se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 26° 00' y 26° 10' N y 104° 10' y 103° 20' O, en el norte-centro de México y abarca 10 municipios del estado de Durango y cinco del estado de Coahuila, con una altitud de 1119 m. Esta región se caracteriza por su actividad agropecuaria, de acuerdo con estadísticas del 2015, ocupando el primer lugar en población de bovino lechero y producción de leche, cuya población

asciende a 443 526 cabezas de ganado repartidas en ambos estados (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2015), que producen anualmente cerca de un millón de toneladas de estiércol, aplicado de forma directa a los suelos agrícolas.

La información que se presenta fue resultado de trabajo de campo realizado en 2014 y 2015. Se incluyeron tanto explotaciones lecheras, como agricultores dedicados a la siembra de los principales cultivos de la zona. Se consultaron expertos en los centros regionales, así como bases de datos y literatura científica, que proporcionaron una visión general sobre las prácticas agrícolas actuales. Además, mediante el empleo de encuestas semi-estructuradas, se obtuvo información de 27 agricultores y 10 explotaciones ganaderas. El muestreo fue por conveniencia, dirigido a productores con experiencia y permanencia en la actividad.

Dentro de este estudio, además, se analizaron las principales leyes y normas de México, sobre todo las relacionadas con el marco regulatorio para el manejo del estiércol; en particular, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Los instrumentos legales analizados, así como el apartado en que abordan la problemática de interés, se presentan de manera sintética en la tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de estiércol como fertilizante es una de las prácticas más antiguas utilizadas en la agricultura por el hombre. Su aplicación al suelo determina un aumento de la fertilidad, como también la mejoría de las propiedades físicas (Helgason, Larney & Janzen, 2005). La aplicación de estiércol en las tierras agrícolas está motivada por dos razones compatibles. En primer lugar, desde un punto de vista ambiental y/o económico, es un fertilizante orgánico efectivo y disminuye la necesidad de adquirir insumos químicos. En segundo lugar, resulta más barato aplicar el estiércol fresco que invertir en algún tratamiento para cumplir con los estándares fijados para las descargas (*Food and Agriculture Organisation of the United Nations* [FAO], 2006).

El estiércol animal puede ser un fertilizante eficaz y seguro si es tratado de manera adecuada. Si el tratamiento es inadecuado o si no se utiliza tratamiento alguno, el riesgo de contaminación con microorganismos patógenos, como *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Clostridium botulinum*, *Giardia* spp., *Cryptosporidium* spp., *Microsporidia* spp. y *Fasciola* spp., es relevante para la salud pública. La aplicación continua de estiércol no tratado en un suelo podría dar lugar a una amplia supervivencia de los patógenos y a su crecimiento, lo cual incrementa el riesgo

de contaminación en el suelo como diseminación de la contaminación a los lugares circundantes (De Wit, Van Keulen, Van Der Meer & Nell, 1997; FAO, 2006; Fortis *et al.*, 2007).

Manejo del estiércol

En los sistemas lecheros de la región son muy comunes los amontonamientos de estiércol y el uso de fosas o lagunas donde es depositada el agua residual proveniente de las áreas de alimentación y de las salas de ordeña. El 100% de los entrevistados informaron que la práctica común en la zona es el apilado del estiércol recogido de los establos en montones descubiertos.

Tabla 1.
Marco regulatorio para el manejo del estiércol.

Instrumento	Artículos	Epígrafe
LGEEPA		
	5, 7 y 8	Facultades de la Federación, estados y municipios
	21, 22 y 22 bis	Impuestos ecológicos
	28	Evaluación de impacto ambiental de actividades agropecuarias y prevención de la contaminación ambiental
Ley General de Salud		
	3	Conceptos prevención y control de los efectos nocivos en la salud humana
	111	Control de los efectos nocivos
Ley Federal sobre Metrología y Normalización		
	40, (XIII)	Establecimiento de las normas oficiales mexicanas
Ley Federal de Sanidad Animal		
	9	Se menciona la contaminación generada por este sector, pero no como contrarrestarla
Ley de Aguas Nacionales		
	86	Cumplimiento de las condiciones de descargas, con base en las NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996
Ley de Productos Orgánicos		
		Regulaciones para la certificación orgánica
Lineamientos para la Operación Orgánica		
		Especificaciones sobre el uso del estiércol aplicado al suelo
SENASICA		
		Lineamientos de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manejo en los procesos de producción de frutas y hortalizas para consumo humano en fresco

Fuente: Elaboración propia, con base a información del Diario Oficial de la Federación (DOF, 2015).

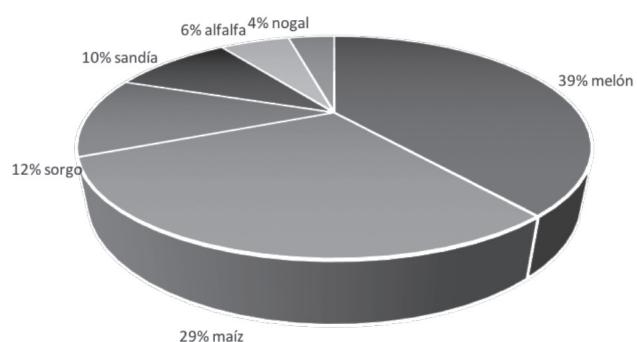


Figura 1. Porcentaje de cultivos en los que se han aplicado estiércol. Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de encuestas.

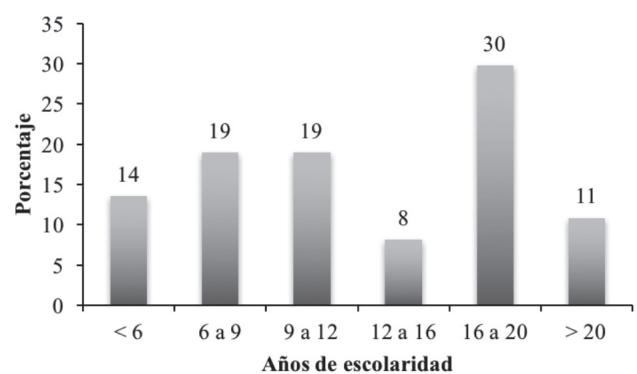


Figura 2. Nivel de estudio de los productores entrevistados, en años. Fuente: Elaboración propia, con base en los resultados de encuestas.

Además, el 59% de los agricultores entrevistados de la región manifestó no haber utilizado el estiércol en sus parcelas en los últimos cinco años. El porcentaje restante manifestó haber usado el estiércol con anterioridad, principalmente en cultivos como melón, sorgo, maíz forrajero, alfalfa y nogal (figura 1). Estos agricultores tienen parcelas de menos de 10 ha, cuyo promedio anda entre las 5 ha. Es importante mencionar que los productores de melón presentan una mayor preferencia por la gallinaza.

La introducción de fertilizantes sintéticos ha reducido indirectamente el conocimiento sobre el manejo del estiércol. Debido, principalmente, a lo que mencionan Teenstra *et al.* (2014), los fertilizantes sintéticos proporcionan a los agricultores la oportunidad de corregir fácilmente cualquier defecto en su sistema de producción de cultivos sin tener que preocuparse por el uso (o mal uso) de los fertilizantes orgánicos. Sin embargo, los fertilizantes sintéticos no reponen la pérdida de materia orgánica del suelo, lo cual es un factor

importante para que los suelos se encuentren saludables, además de que también aumenta la resiliencia ante el cambio climático (Teenstra *et al.*, 2014).

Los pequeños agricultores de la región están menos informados sobre el manejo del estiércol que los medianos y grandes agricultores. Seefeldt (2015) menciona que un valor que a menudo es pasado por alto por los productores a pequeña escala es el potencial del estiércol como una fuente de fertilizante.

Se encontró que el nivel de conocimiento de los agricultores aumenta con el tamaño de la explotación y parece estar relacionado con el nivel de la educación, ya que el 86% tienen un nivel de estudio que va desde la secundaria hasta licenciatura y algunos con maestría, el porcentaje restante solo tienen primaria o menos (figura 2). Cabe mencionar que el manejo integrado del estiércol tiende a estar más presente en los planes de estudio a nivel de las universidades agrícolas y cursos de formación profesional, como se pudo detectar en las instituciones de la región.

En lo que respecta a las explotaciones ganaderas, en el 80% se utiliza el estiércol del ganado lechero en sus parcelas para la producción de forraje y de esta manera ahorrar en fertilizante químico. Ante esta situación, algunos productores, que se dedican exclusivamente al sector agrícola, consideran que no hay disponibilidad de estiércol en la zona. Sin embargo, en el porcentaje restante de las explotaciones ganaderas visitadas se mencionó que no usan el estiércol en sus parcelas, ya que prefieren venderlo para mantener el estable limpio. El principal motivo que los lleva a tomar esta decisión es la falta de mano de obra para recoger y manejar el estiércol adecuadamente.

Dentro de la población de productores, la aplicación de estiércol se realiza sin un tratamiento previo y puede ser tanto estiércol fresco como seco, a una dosis que va desde las 80 ton/ha hasta 150 ton/ha. Estas aplicaciones se llevan a cabo una vez al año, después de la cosecha y antes de la siembra. Una vez que el estiércol se encuentra distribuido en la parcela se procede a incorporarlo al suelo, para que ocurra la descomposición y los nutrientes se encuentren disponibles. Debido a que la mayor parte del contenido de nitrógeno del estiércol se encuentra en forma orgánica y tiene que ser mineralizado antes de que los cultivos puedan usarlo (Pratt & Castellanos, 1981).

Al respecto, Brandjes, De Wit, Van Der Meer, & Van Keulen (1996) mencionan que se requiere que haya una distribución homogénea del estiércol en las tierras

de cultivo disponible, por lo que se deben buscar medidas que promuevan la distribución de estiércol, y además evitar la sobredosis. Por otro lado, Ochoa *et al.* (2011) señalan que la aplicación de dosis bajas de estiércol permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes que contiene.

Sin embargo, una desventaja que presenta el estiércol es que es más difícil de manejar que los fertilizantes inorgánicos y, si es en forma sólida, es difícil de aplicar de manera uniforme. Ribaudo *et al.* (2011) mencionan que el proceso de transformación del nitrógeno depende del tipo de estiércol, el suelo y las condiciones climáticas, por lo que es más difícil de controlar los niveles de nitrato del suelo en relación con las necesidades del cultivo cuando se aplica el estiércol que cuando se aplican otras formas. En consecuencia, es más difícil controlar las pérdidas ambientales de los campos tratados con estiércol que usando fertilizantes comerciales.

Una cuestión importante, es que debido al alto costo de los fertilizantes inorgánicos hay una mayor preferencia por el uso de fertilizantes orgánicos, entre ellos el estiércol, por algunos agricultores sobre todo los pequeños (que son predominantemente un segmento de bajos ingresos). Una ventaja de los fertilizantes orgánicos es que aumentan la productividad, además de proporcionar protección y restauración del ecosistema (Yawson, Armah, Afrifa & Dadzie, 2010).

Ante esta situación, en lo que respecta la utilización futura del estiércol, el 92% de los agricultores entrevistados mostró interés por aplicar el estiércol; de estos, el 74% dijo tener preferencia por la aplicación del estiércol de manera sólida en su parcela, mientras que el 11% tiene preferencia por la aplicación de estiércol líquido y solo al 7% le es indiferente cualquier de estas dos formas de aplicación. Sin embargo, un porcentaje similar (8%) dijo no utilizarlo en su parcela, es decir, casi 1 de cada 10 agricultores no utiliza el estiércol para la fertilización en su explotación agrícola, a pesar de que todos los entrevistados tienen tierra disponible.

Lamentablemente, muchos de los agricultores seguirán utilizando tanto el estiércol como los fertilizantes minerales, por lo que deben estimar el valor de la fertilización del estiércol y en consecuencia reducir las dosis de fertilizantes minerales. Brandjes *et al.* (1996) sugieren que siempre que la composición de nutrientes del estiércol se conozca, los agricultores pueden estimar el aporte de nutrientes a sus cultivos a partir de una cierta dosis de estiércol. Si se necesita un suministro

adicional para un óptimo crecimiento de los cultivos, pueden recargar el suministro por medio de fertilizantes minerales.

Regulación del estiércol en México

En México, la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada el 28 de enero de 1988 y con la última reforma el día 13 de mayo de 2016 (DOF, 1988), en relación a la contaminación por actividades agrícolas y pecuarias, del suelo y aguas tanto superficiales como subterráneas, prácticamente es nula su atención a los problemas que acarrea el estiércol. Sin embargo, esta ley prohíbe descargar a cuerpos de agua, ya sea estiércol o aguas residuales sin un tratamiento previo.

Los problemas ambientales del sector agropecuario ocupan un lugar importante en esta Ley. Por lo que en su artículo 5 se menciona que son facultades de la Federación la formulación y conducción de la política ambiental nacional; la aplicación de los instrumentos de la política ambiental; la expedición de normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento.

Así mismo, en el artículo 7 de esta Ley, se mencionan las facultades que le corresponden a los estados, sin embargo la prevención de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas provenientes del sector agropecuario, así como el transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y la disposición final de los residuos agropecuarios no está prevista como una actividad que corresponda a los estados; en este artículo no hay nada referente a los olores provenientes de estas fuentes y que, como se mencionó anteriormente, contaminan el ambiente y provocan un malestar en la población.

Mientras que el artículo 8 se enfoca en las facultades que les corresponden a los municipios, en las materias que no corresponden a la federación o a los estados, pero tampoco se menciona que corresponde a los municipios el control de la contaminación por olores perjudiciales para el ambiente provenientes de fuentes del sector agropecuario.

Cabe mencionar, que el interés por los impuestos ecológicos en México (los cuales se abordan en los artículos 21, 22 y 22 bis) hasta ahora es insuficiente y solo con propósitos recaudatorios; estos instrumentos económicos no se han diseñado como parte de un nuevo marco de incentivos para el desarrollo sustentable del país.

Referente al tema de estudio, la evaluación del impacto ambiental de actividades agropecuarias que puedan causar daño a los ecosistemas se tratan en el artículo 28 de esta ley; dentro de este artículo también se aborda la prevención de la contaminación ambiental originada por olores perjudiciales, que en este caso, son problemas que se derivan de esta actividad, sobre todo cuando se encuentran cerca de las ciudades y se ve afectado el bienestar de la población.

Pasando al análisis de la Ley General de Salud, publicada el 7 de febrero de 1984 (última reforma: 1 de junio de 2016) (DOF, 1984). En su artículo 3 menciona el tema de la prevención y el control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud humana, en este artículo se incluyen los conceptos prevención y control de los efectos nocivos de los factores ambientales en la salud humana.

Sin embargo, no es sino hasta en el artículo 111 donde se abordan cuestiones referentes a la promoción de la salud; antes (artículo 3) solo se menciona el término control de esos efectos nocivos. De tal manera que la Secretaría de Salud no realiza una actividad de prevención que se pudiera originar por la contaminación ambiental, sino que esta institución interviene cuando esos efectos ya se han manifestado en la población y sólo entonces se enfoca a controlarlos (DOF, 2015).

Continuando con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización publicada el 1 de julio de 1992 (última reforma: 18 de diciembre de 2015) (DOF, 1992b), en esta se sientan las bases sobre la elaboración de normas oficiales mexicanas de carácter obligatorio para productos y procesos cuando puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal o vegetal, el medio ambiente general y laboral o para la preservación de los recursos naturales.

De acuerdo con el inciso XIII del artículo 40 de esta ley, se menciona que las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer las características y/o especificaciones que deben reunir tanto las instalaciones industriales, comerciales, de servicios y domésticas relacionadas con las actividades pecuarias. A partir de esta premisa, la actividad ganadera, como tal, constituye un terreno virgen susceptible de ser normado.

Dentro de la Ley Federal de Sanidad Animal, publicada el 25 de julio de 2007 (última reforma: 7 de junio de 2012) (DOF, 2007), su contenido se limita al diagnóstico, prevención, control y erradicación de las enfermedades y plagas de los animales; solo hay una

mención al problema de contaminación generada por este sector en el artículo 9 y, dentro de este artículo, se señala la integración del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal con el objetivo de contrarrestar los problemas de sanidad animal y la contaminación, pero no se menciona nada más al respecto. Así mismo, el Reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal (DOF, 2012) en su artículo 120 se limita a las restricciones y condiciones de transporte para movilizar pollinaza y gallinaza, pero no menciona nada sobre el estiércol bovino.

En lo que respecta a la contaminación de los mantos freáticos por las filtraciones y descargas del estiércol proveniente de las explotaciones ganaderas, la Ley de Aguas Nacionales, publicada el 1 de diciembre de 1992 (última reforma: 24 de marzo de 2016) (DOF, 1992a), designa a la Comisión Nacional del Agua (CNA), en el artículo 86, establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales vertidas directamente en aguas y bienes nacionales o en cualquier terreno cuando dichas descargas puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

En este sentido, es la CNA quien establece los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos puedan recibir, con base en las NOM-001-SEMAR-NAT-1996 y NOM-002-SEMAR-NAT-1996.

Pasando al terreno agrícola, en México el fomento a la agricultura orgánica, la cual no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos sino conlleva un cambio de conciencia enfocada a la sustentabilidad y regeneración de las parcelas, se rige por la Ley de Productos Orgánicos (antes NOM-037-FITO-1995), publicada en el DOF el 7 de febrero de 2006 (DOF, 2006), en la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos; así como su Reglamento (DOF, 2010) el cual complementa las regulaciones para la certificación orgánica, establecidas por la Ley.

La normatividad de la agricultura orgánica comprende el establecimiento de estándares para la producción y el procesamiento de los productos orgánicos, así como los instrumentos que posibilitan el cumplimiento de los sistemas de regulación. Los productos producidos en el territorio nacional que cumplan con la Ley de Productos Orgánicos y su Reglamento podrán

solicitar el sello que los certifique como orgánicos, el proceso para obtenerlo se encuentra en el Acuerdo por el que se da a conocer el distintivo nacional de los productos orgánicos y en este se establecen las reglas generales para su uso en el etiquetado de los productos certificados como orgánicos (publicado el 25 de octubre de 2013).

Los Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias (DOF, 2013) se basan principalmente en los requisitos de los reglamentos para productos orgánicos de la Unión Europea y los del Programa Nacional Orgánico de los Estados Unidos de América, y a pesar de las diferencias que presentan es posible afirmar que su contenido hace posible que México gestione los reconocimientos de equivalencia con los principales programas internacionales.

Dentro de estos lineamientos se establecen las especificaciones sobre el uso del estiércol aplicado al suelo y las dosis máximas a emplear, expresadas en término de kg de nitrógeno por hectáreas por año; así como también que la capacidad de las instalaciones deberá ser superior a la capacidad de almacenamiento necesaria para un buen manejo del estiércol; sin embargo no se menciona las sanciones a quien no cumpla con lo establecido o de los incentivos para el buen funcionamiento de este acuerdo.

Por su parte el Senasica (2008), en sus lineamientos de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manejo en los procesos de producción de frutas y hortalizas para consumo humano en fresco, menciona que hay que tratar al estiércol con procedimientos como composteo, pasteurización, secado por calor, radiación ultravioleta, digestión alcalina o combinación de estos y constatar mediante pruebas de laboratorio que se ha reducido a un nivel aceptable la carga microbiana inicial; sin embargo no se menciona la dosis de aplicación de estiércol por hectárea de cultivo.

A su vez, la Sagarpa ha instrumentado diversas acciones para fomentar el uso y aplicación de la energía renovable en el sector agropecuario, a fin de generar desarrollo rural sustentable que coadyuve a disminuir los impactos negativos en el medio ambiente. Dichas acciones han sido diseñadas para producir biogás utilizando el estiércol producido por los animales en las granjas porcinas, establos lecheros y corrales de engorda, mismo que es sometido a un proceso de biodegradación anaeróbica en biodigestores del tipo laguna, el cual puede ser utilizado para la generación de energía eléctrica (Secretaría de Economía [SE], 2012).

Medidas e instrumentos de protección al ambiente

Gerber *et al.* (2013) mencionan que los mecanismos normativos son los mismos que se utilizan para la mayoría de las cuestiones relacionadas con la gestión ambiental. Dentro de estos mecanismos se encuentran: los servicios de extensión y apoyo a la agricultura; la investigación y desarrollo; los incentivos financieros (subvenciones para la reducción e impuestos a las emisiones y permisos negociables); las reglamentaciones; los instrumentos basados en la fricción del mercado; y la formulación y promoción de políticas de mitigación para el sector.

Estas políticas pueden tener mayores repercusiones si se orientan a sectores y regiones en los que las emisiones e intensidades de emisiones son las más altas. Además, tienen que desempeñar la creación y mejora de las condiciones propicias para la transferencia de tecnologías.

Por su parte, Pinos-Rodríguez *et al.* (2012) mencionan que una alternativa viable para disminuir el impacto ambiental negativo del estiércol es generar biogás, sin embargo, los costos de los equipos para poder utilizar este gas son altos todavía. También refieren que México aún carece de estímulos por las buenas prácticas en el manejo de excretas ganaderas; por tanto, los gobiernos deben responsabilizarse de la monitorización periódica en los sistemas ganaderos para controlar las descargas excedentes de contaminantes al ambiente y a los recursos naturales, y además deben promover las compensaciones por bonos de carbono.

Campbell, Hodgson & Gill (1999) mencionan que las medidas más comunes para proteger el ambiente son los controles sobre los materiales, aguas y contaminación del aire con el fin de reducir las emisiones y efluentes a niveles aceptables. Estas medidas pueden tomar una variedad de formas incluyendo estándares mínimos de seguridad, así como instalaciones para recuperar, re-circular o dispersar materiales contaminantes y aguas servidas. Estos estándares son impuestos y pueden uniformizarse a una región o al país completo o alternativamente pueden aplicarse a empresas o sectores específicos.

Por su parte Innes (2000) propone regulaciones sobre arreglos espaciales y sobre las prácticas de manejo inadecuadas en la ganadería. Las medidas de política que examina son: un impuesto directo sobre operaciones ganaderas; una regulación de escala que limita

el número de animales por acre; un impuesto a los fertilizantes y regulaciones para el manejo y almacenamiento de residuos y para el transporte de estiércol.

Este mismo autor refiere que cuando no se regula en forma directa la aplicación de estiércoles, los agricultores aplicarán más fertilizantes porque no solo sustituirán el fertilizante químico por el orgánico, sino que aplicarán la misma cantidad de químico más el fertilizante orgánico, provocando un incremento en la escorrentía. La aplicación excesiva de estiércoles y la escorrentía aumentan con el tamaño de la instalación y con la proximidad a otra granja. Un incremento en el precio de un fertilizante químico debido a un impuesto, incentivaría a transportar el estiércol a mayor distancia, reduciendo su aplicación en tierras cercanas a la granja y con ello la escorrentía (Innes, 2000).

Pacheco, Pavón & Mejía (2002) señalan que los instrumentos económicos de mayor alcance son los impuestos correctivos que tienen un fuerte significado tanto fiscal como ecológico. Se trata de un género de impuestos a la producción, donde subyace la idea pionera de hacer que los impuestos sean equivalentes al valor social real de las externalidades generadas por alguna actividad. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el interés por los impuestos ecológicos en México hasta ahora es insuficiente, ya que estos no se han diseñado como parte de un nuevo marco de incentivos para el desarrollo sustentable del país.

Los impuestos sobre emisiones o descarga, consisten en la fijación de una tasa impositiva sobre una cierta cantidad o volumen de algún contaminante emitido a la atmósfera, aguas superficiales o suelo. La autoridad determina el precio a través de una tasa de impuestos, mientras que los productores contaminan o dañan al ambiente hasta el punto en que el monto de impuestos que están pagando sea igual a los costos marginales de control de sus emisiones o descargas. Las conductas económicas cambian, generan ingresos fiscales y son flexibles en su aplicación, además de que promueven la innovación tecnológica al crear un estímulo permanente para abatir las emisiones contaminantes (Pacheco *et al.*, 2002).

De manera general, Teenstra *et al.* (2014) encontraron que para mejorar la comprensión de las prácticas de manejo integrado del estiércol en las explotaciones las barreras a la adopción, la comprensión de las políticas existentes, los marcos institucionales y de incentivos, la valoración global debe estar enfocada a diversos actores clave que van desde los agricultores, extensionistas, investigadores y los responsables políticos.

CONCLUSIONES

La aplicación al suelo seguirá siendo el destino final de la mayoría de estiércol, por lo que un buen programa de administración debe incluir un plan para el manejo de los nutrientes del estiércol en sistemas de producción agrícolas. Dicho plan debe mantener un equilibrio entre la aplicación de nutrientes y la utilización de cultivos, de esta manera se reduce al mínimo el riesgo de escorrentía y la lixiviación de los nutrientes; es decir, se debe maximizar el beneficio agronómico de la aplicación de estiércol y minimizar el impacto ambiental.

La falta de conocimiento y conciencia sobre el valor del estiércol es una barrera para el manejo adecuado del estiércol, que a menudo están vinculados a la falta de conocimientos y de una disposición deficiente o incompleta de la información, puede abordarse mediante la capacitación de los extensionistas y agricultores innovadores sobre la mejora en el manejo del estiércol como fertilizante.

Después de analizar el marco regulatorio establecido en nuestro país para la protección al ambiente y prevenir los daños a la salud de la población se encontró que en materia de estiércol no hay ninguna restricción que evite que se apliquen en dosis excesivas en las parcelas agrícolas, lo que provoca fuertes problemas ambientales que disminuyen el bienestar de las personas. Esto nos indica que en México el manejo del estiércol es muy puntual, además de que no se han generado estímulos dentro de la misma población para dimensionar y disminuir el impacto ambiental que se deriva de las actividades pecuarias.

La aplicación de las políticas para regular el uso del estiércol se pueden considerar un poco débiles, sobre todo en situaciones en las que están implicadas varias instituciones, debido a que a menudo hay una falta de coordinación entre estas y sus organismos ejecutores, por lo que la legislación rara vez se aplica.

Queda claro que es necesario establecer políticas públicas enfocadas a resolver este problema que tanto contribuye al problema global del cambio climático. Adoptar medidas establecidas en otros países es una buena opción, desde un tratamiento y manejo adecuado del estiércol que disminuya los problemas ambientales, las aplicaciones en dosis adecuadas en las parcelas, oportunas al cultivo y de acuerdo con las necesidades nutricionales, así como impuestos ecológicos sobre las emisiones y descargas que liberan al ambiente las explotaciones ganaderas.

REFERENCIAS

- Brandjes, P. J., De Wit, J., Van Der Meer, H. G., & Van Keulen, H. (1996). *Livestock and the Environment. Finding a Balance. Environmental impact of animal manure management*. World Bank. The Netherlands: Food and Agriculture Organization of the United Nations. United States (U. S. Agency for International Development).
- Campbell, K. L. I., Hodgson, N. H., & Gill, M. (1999). Livestock and Environment Toolbox. Livestock, Environment and Development (LEAD) Initiative. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). Recuperado el 20 de marzo del 2014 de <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Index.htm>
- Cervantes Escoto, F., Santoyo Cortés, H. V., & Álvarez Macías, A. (2001). *Lechería familiar, factores de éxito para el negocio*. México: Plaza y Valdés Editores.
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris). (2014). Historia: la creación y desarrollo de la COFEPRIS. Recuperado el 15 de octubre de 2015 de <http://www.cofepris.gob.mx/cofepris/Paginas/Historia.aspx>
- De Wit, J., Van Keulen, H., Van Der Meer, H. G., & Nell, A. J. (1997). Animal manure: asset or liability? *World Animal Review*, 88(1), 30-37.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1984). *Ley General de Salud*. Recuperado el 28 de octubre de 2016 de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/142_010616.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1988). *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. Recuperado el 28 de octubre de 2016 de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_130516.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1992a). *Ley de Aguas Nacionales*. Recuperado el 28 de octubre de 2016 de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1992b). *Ley Federal sobre Metrología y Normalización*. Recuperado el 28 de octubre de 2016 de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/130_181215.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2006). *Ley de Productos Orgánicos*. Recuperado el 15 de octubre de 2015 de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPO.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2007). *Ley Federal de Sanidad Animal*. Recuperado el 17 de octubre de 2015 de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFSA.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2010). *Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos*. Recuperado el 17 de octubre de 2015 de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LPO.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2012). *Reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal*. Recuperado el 17 de octubre de 2015 de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LFSA.pdf
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2013). *Lineamientos para la Operación Orgánica de las actividades agropecuarias*. Recuperado el 18 de octubre de 2015 de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5319831&fecha=29/10/2013
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2015). *Diario Oficial de la Federación. Leyes y Reglamentos*. Recuperado el 15 de junio de 2015 de <http://dof.gob.mx/>
- Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO). (2006). *Livestock's Long Shadow, environmental issues and options*. Roma, Italia. Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>
- Fortis Hernández, M., Leos Rodríguez, J. A., Orona Castillo, I., García Hernández, J. L., Salazar Sosa, E., Preciado Rangel, P., & Segura Castruita, M. Á. (2009). Uso de estiércol bovino en la comarca lagunera. En *Agricultura Orgánica*. Segunda edición. México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED.
- Fortis Hernández, M., Salazar Sosa, E., Orona Castillo, I., Leos Rodríguez, J. A., Rodríguez Ríos, J. C., García Galindo, L., & Chavarria Galicia, J. A. (2007). Normas de aplicación de estiércol bovino al suelo. En: *Uso y aprovechamiento de abonos orgánicos e inocuidad México*: Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ-UJED); CONACyT.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., & Tempio, G. (2013). *Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería. Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación*. Roma: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).
- Helgason, B. L., Larney, F. J., & Janzen, H. H. (2005). Estimating carbon retention in soils amended with composted beef manure. *Canadian Journal of Soil Science*, 85, 39-46.
- Innes, R. (2000). The Economics of Livestock Waste and its Regulation. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(1), 97-117.
- Livestock and Poultry Environmental Stewardship (LPES). (2011). Livestock and Poultry Environmental Stewardship Curriculum: A national educational program. Recuperado el 15 de marzo de 2013 de <http://www.extension.org/pages/8964/livestock-and-poultry-environmental-stewardship-curriculum-lessons>.
- Nebraska-Lincoln, U. (2009). *Managing Livestock Manure to Protect Environmental Quality* (vol. 179). Nebraska.
- Ochoa Martínez, E., Sánchez Duarte, J. I., Figueroa Viramontes, U., Núñez Hernández, G., Isidro Requejo, L. M., & Reta Sánchez, D. G. (2011). Caracterización de excretas y buenas prácticas de manejo para el reciclado de nutrientes en explotaciones intensivas de leche. INIFAP Campo Experimental La Laguna (Folleto técnico no. 19). Matamoros, Coahuila.
- Olivas Enríquez, E., Salazar Sosa, E., Zúñiga Tarango, R., & Trejo Escareño, H. I. (2009). Rutas de diseminación de patógenos zoonóticos a partir de estiércol bovino. En *Agricultura Orgánica*. Segunda edición. (p. 508). Gómez Palacio, Durango, México.: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED.
- Pacheco Salazar, V. F., Pavón Silva, T. B., & Mejía Pedrero, G. V. (2002). Prospectiva de la gestión ambiental en México. En *XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental* (pp. 1-7). Cancún, México.
- Pinos-Rodríguez, J. M., García-López, J. C., Peña-Avelino, L. Y., Rendón-Huerta, J. A., González-González, C., & Tristán-Patiño, F. (2012). Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia*, 46(4), 359-370.
- Pratt, P. F., & Castellanos, J. Z. (1981). Available Nitrogen from Animal Manures. *California Agriculture* (vol. 35).

- Ribaudo, M., Delgado, J., Hansen, L., Livingston, M., Mosheim, R., & Williamson, J. (2011). Nitrogen in Agricultural Systems: Implications for Conservation Policy. *Environmental Protection*.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). (2015). Introducción. Recuperado el 17 de octubre de 2015 de <http://www.sagarpa.gob.mx/quienessomos/introduccion/Paginas/default.aspx>
- Secretaría de Economía (SE). (2012). *Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026*. Recuperado el 14 de mayo de 2014 de http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf
- Seefeldt, S. (2015). Animal Manure As Fertilizer. Cooperative Extension Service in cooperation with the United States Department of Agriculture. University of Alaska Fairbanks (No. LPM-00340). Alaska. Recuperado de <http://www.uaf.edu/files/ces/publications-db/catalog/anr/LPM-00340.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2013). *Antecedentes*. Recuperado el 28 de octubre de 2016 de <http://www.semarnat.gob.mx/conocenos/antecedentes>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y calidad Agroalimentaria (Senasica). (2008). *Lineamientos de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manejo en los procesos de producción de frutas y hortalizas para consumo humano en fresco*. Recuperado el 28 de abril de 2014 de <http://www.senasicagob.mx/>.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2015). *Estadística de producción pecuaria: Región Lagunera*. Recuperado el 20 de mayo de 2009 de <http://www.siap.gob.mx/ganaderia/>
- Teenstra, E., Vellinga, T., Aektasaeng, N., Amatayakul, W., Ndambi, A., Pelster, D., & Andeweg, K. (2014). Global Assessment of Manure Management Policies and Practices. Wageningen UR Livestock Research. Wageningen, The Netherlands.
- Yawson, D. O., Armah, F. A., Afrifa, E. K. A., & Dadzie, S. K. N. (2010). Ghana's Fertilizer Subsidy Policy: Early Field Lessons From Farmers in the Central Region. *Journal Sustainable Development in Africa*, 12(3), 191-203.