



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

**LAS ACTIVIDADES GANADERAS EN JALISCO, MÉXICO: CUMPLIMIENTO AMBIENTAL DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS PRESENTADO POR EL SECTOR PRODUCTIVO ANTE LAS INSTITUCIONES AMBIENTALES**

José Juan Pablo Rojas Ramírez<sup>1</sup> y Ramiro Vallejo Rodríguez<sup>2</sup>

**Livestock activities in Jalisco, Mexico: environmental compliance of treatment of solid and liquid waste presented by the productive sector to environmental institutions**

**ABSTRACT**

Farming in the state of Jalisco is an important income of generation resources and employment in the Western region of México. Such economic activity provides meat to local people. However, Jalisco livestock farms face serious problems of wastewater and manure treatment generating potential and actual environmental impacts. The main cause of these problems is the lack of economic and financial resources to implement appropriate treatment, mainly in small farms. Therefore, livestock farms in Jalisco have trouble to meet the current environmental normativity. This study aims to present the main environmental problems that are characteristic of Jalisco livestock as a whole within a global context. So the amount of waste effluent generated by livestock that has registered the state authorities and compared with the weighted study from bibliographic data are also shown. The results indicate a lack of data displayed by the local authority. Weighted amounts of manure in the study are used to calculate the amount of greenhouse gas that causes the decomposition of manure. Finally, the prospects of the livestock sector in the future are presented in the responsible management of wastes.

**Keywords:** Livestock, excreta, LAU, Greenhouse gases.

**RESUMEN**

La actividad ganadera en el estado de Jalisco representa una fuente de generación de recursos y empleo importantes en la región occidente del país. Dicha actividad económica provee de alimentos cárnicos a la población local. Sin embargo, las granjas ganaderas jaliscienses enfrentan problemas serios de tratamiento de aguas residuales y de excreta lo que genera impactos ambientales potenciales y reales. La causa principal de dicha problemática es la carencia de recursos económicos y financieros para implementar medidas de tratamiento adecuadas, principalmente en las granjas pequeñas. Por lo tanto, las granjas ganaderas en Jalisco tienen problemas para cumplir las normatividades ambientales vigentes. Este estudio se orienta a la presentación de los principales problemas ambientales que son característicos de la actividad ganadera jalisciense en su conjunto dentro de un ámbito global. Así también se muestran los montos de efluentes residuales generados por la ganadería registrados por la autoridad estatal y se comparan con los ponderados en este estudio a partir de datos bibliográficos. Los resultados indican un déficit de los datos mostrados por la autoridad local. Los montos de excreta ponderados en el estudio son utilizados para calcular los montos de gases de efectos invernadero que provocaría la descomposición de excretas. Finalmente, se presentan las perspectivas del sector ganadero a futuro en el manejo responsable de desechos.

**Palabras clave:** Ganadería, excreta, LAU, Gases efecto invernadero.

<sup>1</sup> Investigador Asociado. Doctor en Ciencias Sociales. Posgrados en Agua y Energía, Centro Universitario de Tonalá (CUTonalá), Universidad de Guadalajara, Av. Nuevo Periférico No. 555 Ejido San José Tatepozco, C.P. 48525, Tonalá Jalisco, México.

<sup>2</sup> Investigador Asociado. Doctor en Ciencias e Ingeniería. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.: Av. Normalistas 800, Colinas de la Normal. C.P. 44270, Guadalajara, Jalisco, México. Email: rvallejo@ciatej.mx

## INTRODUCCIÓN

El cumplimiento de la normatividad ambiental en el sector ganadero de Jalisco representa frecuentemente un reto para los productores y en ocasiones sólo representa un requisito para continuar operando productivamente en el estado. No obstante, bajo la ayuda económica y en ocasiones la presión sobre el cumplimiento normativo supervisado por instancias gubernamentales estatales y federales, las empresas productivas se esfuerzan para implementar criterios sustentables en el tratamiento de aspectos significativos ambientales, con el fin de mitigar, remediar o prevenir impactos y riesgos adversos al ambiente; de lo contrario enfrentarían multas y conflictos con las autoridades ambientales.

La problemática ambiental puede generar un conflicto social latente en opinión de Dahrendorff (1974), debido a que para algunos industriales los criterios técnicos especializados que representan una inversión o un “gasto económico” para remediar los impactos ambientales y la consigna institucional de multas, recargos o desconocimiento de licencias si no se acatan las disposiciones normativas se puede interpretar como tensiones que puede agravarse y hacer ver la cuestión ambiental como una traba productiva, más que una búsqueda sustentable y de concientización. En este contexto, los productores ganaderos de Jalisco se encuentran en la disyuntiva de generar riqueza y empleos o cumplir ampliamente la normatividad ambiental. Por otro lado, el estado de Jalisco pertenece a región hidrológica administrativa Lerma-Santiago-Pacífico (Región 8), la cual presenta problemas graves de contaminación de agua de los cuerpos superficiales y las reservas de agua están sometidas a un estrés alto (CONAGUA, 2009), haciendo más difícil la sostenibilidad de la actividad ganadera. 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:

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988): en su artículo 7° 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. Por otro lado, 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, 2014a).

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: I. Garantizar la calidad de agua conforme a los parámetros referidos en las Normas Oficiales Mexicanas; II. 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 y III. 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.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996: esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996: esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Dados los antecedentes en cuanto a normatividad se refiere, se puede observar que la regulación de la generación de residuos sólidos y líquidos de las granjas ganaderas en el estado de Jalisco está claramente establecida. Sin embargo, no todos los productores se encuentran en la disposición técnica, económica y financiera de cumplir todos los preceptos. Las granjas pequeñas cumplen con los lineamientos sanitarios relacionados a la crianza del animal, pero apenas cumplen los requisitos mínimos en el cumplimiento de las regulaciones ambientales. Al parecer las granjas de producción intensiva serían las únicas con las capacidades tanto económicas como financieras para dar cumplimiento a todos los preceptos establecidos por la ley en materia ambiental. El conocimiento de cifras oficiales de la generación de volúmenes y montos de efluentes residuales de las granjas ganaderas (y sus respectivos nombres) en Jalisco es complicado, debido al resguardo de la información que marca la ley. Dado lo anterior, es más conveniente estudiar los montos generados y los impactos totales de la actividad ganadera en su conjunto en el estado.

Por lo tanto, el estudio actual centra su atención en el caso específico de la dinámica de generación de agua residual y de desechos sólidos en la rama pecuaria: aspectos técnicos de los montos generados, abarcando los impactos ambientales al suelo y al aire hasta las prácticas comunes que llevan a cabo para el tratamiento de los residuos en dicha actividad productiva.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un diagnóstico del impacto, afectación y riesgo del sector ganadero en Jalisco a solicitud del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYTJAL). Se llevó a cabo un análisis de los riesgos de un proceso de una granja ganadera en general por medio del método What if y se estableció un Check list de impactos y riesgos ambientales en matrices multivariables. Esto es, se describieron en primer término las etapas de la crianza de ganado, se efectuó un listado de los potenciales impactos que podrían generarse por las actividades pecuarias y se establecieron los criterios genéricos en el diagnóstico ambiental del sector agropecuario. La caracterización de los impactos ambientales asociados al proceso se estableció mediante las interacciones causa-efecto de cribado simple (Shopley y Fuggle, 1984). Se clasificaron las interacciones en benéficas, adversas o neutras (0), entre las actividades del proceso de crianza y los factores ambientales identificados.

A partir de dicho análisis, se seleccionaron los indicadores ambientales a considerar para las diferentes matrices propuestas (agua, suelo, aire, recursos bióticos, actividades productivas, población, etc.) en el sector ganadero. Se recopiló la información disponible de aspectos ambientales del medio físico, biótico y humano, así como también la procedente de las actividades ganaderas del estado de Jalisco de diversas dependencias de gobierno que se relacionan con el sector. La información obtenida en las instituciones públicas se comparó con los datos encontrados en la investigación documental del estado del arte de la actividad ganadera.

Los productores pecuarios solicitan la expedición y aprobación de la Licencia Única Ambiental (LAU) ante la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) del estado de Jalisco, registrando el número de cabezas, la cantidad de excretas líquidas y secas que genera una unidad de producción y los métodos de tratamiento de efluentes residuales de que dispone el productor. Esta información se encuentra en el archivo central de la Secretaría. Se realizó un muestreo aleatorio del 10% de cada uno de los 8 distritos de riego donde se concentran la producción agrícola y ganadera que integran el estado de Jalisco y se establecieron estimaciones de los montos de excretas producidas por cabeza de ganado. Después, en base al número de cabezas registrado por el Instituto Nacional de

Estadística y Geografía (INEGI, 2013a), se realizó una estimación del monto total de excretas que se producen anualmente en el estado.

Finalmente, la investigación documental de la revisión del estado de la técnica arrojó datos de los montos de excreta generados por cabeza de ganado y que han sido reportados por investigadores especializados a nivel internacional (Cobos *et al.*, 1987; Peláez *et al.*, 1999; Vera *et al.* 1990). Dichas cifras fueron utilizadas para obtener el monto de excretas totales con base en el número de cabezas de ganado (INEGI, 2013a); posteriormente, se compararon las estimaciones de los montos totales de excreta con base en el ponderado de las cifras de SEMADET y las reportadas por la literatura. Finalmente, se estimaron los gases de efecto invernadero que produce los montos del estiércol calculados en último término.

Dado que la disponibilidad de agua (generalmente subterránea) condiciona la sostenibilidad de las actividades económicas en una región, se revisó la disponibilidad de ésta en el estado de Jalisco que reporta la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), así como sus posibles repercusiones en la actividad agropecuaria.

También se revisaron las estadísticas de la calidad del agua de cuerpos superficiales que reporta la CONAGUA en su Atlas Digital, dado que puede ser una fuente de suministro de recurso hídrico para las actividades agropecuarias, pero también son un receptor de descarga de sus aguas residuales. Finalmente, se realizaron visitas de campo a granjas ganaderas de la región de Tototlán y Lagos de Moreno, donde las actividades ganaderas están en crecimiento y son en forma intensiva.

Para efectos del presente trabajo se enfocó el impacto de la actividad agropecuaria sobre el recurso hídrico considerando su interrelación con el suelo y el aire. El análisis parte de la visión de que el deterioro y agotamiento de un recurso natural como es el agua genera impactos tanto sociales (conflictos sociales, externalidades económicas, transgresión sociocultural, etc.) como ambientales (entornos ambientales como contaminación de los otros elementos naturales: aire, suelo, flora y fauna).

### **Marco teórico: antecedentes del sector agropecuario en Jalisco en un contexto global**

#### **Grado de presión hidráulico y efectos derivados**

La ganadería es una de las actividades del sector agropecuario que origina más problemas medioambientales, por la magnitud del impacto de sus afectaciones. Dicha actividad se caracteriza por aglutinar actividades intensivas y expansivas en la explotación de recursos como el suelo y el agua; actualmente la explotación de dichos recursos se presenta en forma conjunta debido a múltiples variables de vida globalizada y de libre mercado, debido a los cambios de cultivo de productos más rentables y demandantes de recursos. El cambio de vocación de suelos agrícolas a urbanos y de ecosistemas naturales a superficies de explotación agropecuaria son las premisas principales frente a la problemática del cambio de cultivos tradicionales a introducidos, que por efectos antropológicos y culturales ya se habían adaptado a la realidad social y a la competencia de mercado. Los efectos, además de la degradación ambiental, incluyen la migración tanto de especies faunísticas nativas como humanas en busca de un medio más favorable ante la invasión de animales de crianza y vegetación cultivada para responder a la necesidad alimenticia (Rojas, 2012; Shiva, 2003). En países en desarrollo, las afectaciones son atendidas de manera ineficiente por lo que la reducción de las mismas es apenas significativa. La necesidad de proveer granos y forrajes al sector ganadero por parte de las zonas agrícolas, trae como afectación indirecta la explotación de suelos agrícolas y recursos hídricos. Las afectaciones en México son alarmantes debido a que éstas exceden la capacidad de atención de los generadores de contaminantes, en especial en la región 8.

Un factor importante en la sostenibilidad de las actividades agropecuarias es la disponibilidad de agua per cápita, donde la región 8 ocupaba el cuarto lugar en el país con menos disponibilidad en el año 2010, debido a la densidad poblacional. Con el crecimiento poblacional actual, habrá una menor cantidad de agua que pone en estrés alto la Región 8 (CONAGUA, 2009).

Actualmente, el estado de Jalisco tiene concesionado a través del CONAGUA un volumen de 3170.7 hm<sup>3</sup> para la actividad agrícola (CONAGUA, 2011). La CONAGUA (2009), publicó en el Diario Oficial de la Federación la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, entre los que se incluyen los de Jalisco. El Cuadro 1 representa la disponibilidad de las regiones hidrológico-administrativas en el estado. Puede observarse que los acuíferos de La Barca y Encarnación de Díaz son los que presentan el mayor déficit de reservas de agua subterránea y estos datos coinciden con la alta actividad agrícola reportada por el INEGI (2013a) para dichos municipios, inclusive con el comportamiento del número de beneficiarios del programa de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) del Gobierno Federal denominado “PROCAMPO”. A grandes rasgos puede observarse que hasta el 2009 las regiones de Jalisco tienen una disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) muy baja e inclusive nula, en los casos de los acuíferos de Atemajac, Cajititlán, Poncitlán, La Barca y Encarnación, lo cual implica que no hay posibilidades de expandir sus actividades agrícolas y pecuarias. La consecuencia de la sobreexplotación puede ser un daño ambiental severo en los ecosistemas de donde se extrae el agua. Existen dos casos de acuíferos donde a pesar de la actividad agrícola intensa tienen DAS suficientes. Se trata de los acuíferos de Ameca y Lagos de Moreno; es notorio que en dichas zonas la recarga de mantos acuíferos es efectiva (CONAGUA, 2009).

El porcentaje que representa el agua empleada en usos consuntivos respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en un país, cuenca o región. Se considera que si el porcentaje es mayor al 40% se ejerce una fuerte presión sobre el recurso (CONAGUA, 2011). El grado de presión para la Región 8 es alto (41.9%), ya que casi la mitad del agua renovable es concesionada. Este indicador es importante, pues si se incrementan las demandas de consumo de agua, se disminuiría la capacidad de reserva de agua de la Región, incrementando en consecuencia los impactos ambientales y existiendo el riesgo potencial de sobreexplotación de acuíferos en el futuro, como sucede actualmente en el estado de Jalisco (CONAGUA, 2009).

**Cuadro 1. Disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos del estado de Jalisco (Adaptado de CONAGUA, 2009)**

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCO M	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
<b>Cifras en millones de metros cúbicos anuales</b>							
1401a	Atemajac	147.3	25.7	127.049903	159.7	0.000000	-5.449903
1403b	Cajititlán	47.5	0.5	48.090467	37.7	0.000000	-1.090467
1404c	Poncitlán	4.4	33.7	29.859586	25.9	0.000000	-0.559586
1449d	Lagunas	178.7	3.0	78.282887	62.8	97.417113	0.000000
1450e	San Isidro	64.2	19.6	43.059329	26.9	1.540671	0.000000
1451f	Huejotitlán	9.6	0.0	6.717759	4.2	2.882241	0.000000
1408g	La Barca	67.0	2.8	102.169870	84.2	0.000000	-37.929870
1409h	Ameca	277.3	20.9	154.952679	110.6	101.463321	0.000000
1410i	L. de Moreno	196.0	0.0	133.976676	93.0	62.023324	0.000000
1414j	Tepatitlán	41.1	0.2	34.054785	8.8	6.845215	0.000000
1417k	Autlán	76.0	0.0	37.317404	19.0	38.682596	0.000000
1422l	Encarnación	63.0	0.0	105.967830	72.6	0.000000	-42.967830
1427m	Pto. Vallarta	86.5	17.0	47.400119	37.2	22.099881	0.000000

R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.  
Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA 2000

La CONAGUA establece tres parámetros que indican la contaminación del agua: demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno al quinto día (DBO<sub>5</sub>), y sólidos suspendidos totales

(SST). La DBO<sub>5</sub> es un parámetro que se utiliza para estimar la cantidad de materia orgánica que es degradada por procesos biológicos. Un aumento en la DBO<sub>5</sub> provoca una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, que es indispensable para que se mantenga la vida en los ecosistemas acuáticos. Las aguas contaminadas según la clasificación de la CONAGUA en función de la DBO<sub>5</sub> se encuentran en el intervalo de mayor a 30 y menor o igual 120 mg/L. El Atlas Digital de la CONAGUA reporta hasta el 2012 cuatro puntos de contaminación en ese intervalo, los cuales se muestran en la Cuadro 2. Dentro de los puntos de contaminación, destacan los correspondientes a las estaciones PSLSP-050 y SSLSP-035, que corresponden a los municipios de Teocaltiche y Lagos de Moreno, donde existe una actividad agropecuaria altamente activa. Se ignora si la contaminación proviene de la actividad agropecuaria, pero se asume una posibilidad, dado que una cantidad de las granjas pecuarias registradas ante la SEMADET se asientan en dichas regiones. Los otros puntos señalados en el Cuadro 2, los correspondientes a los de Ixtlahuacán del Río y Tamazula de Gordiano, son muy probablemente por la actividad industrial de la zona y urbana para el primero, y el segundo se debe a la descarga del ingenio Tamazula. El resto de las estaciones de monitoreo del Atlas Digital de la CONAGUA en el estado de Jalisco se encuentran dentro de los parámetros de calidad aceptable (DBO<sub>5</sub> menor o igual a 30 mg/L).

**Cuadro 2. Calidad de agua según indicador DBO5 de los diversos cuerpos lacustres en el estado de Jalisco (Adaptado de CONAGUA, 2014b)**

Número de estación	PSLSP-050	SSLSP-035	SSLSP-028	SSLSP-083
Nombre de estación (Río)	La Gloria	Río Lagos Abajo de La Población	Puente Guadalupe	Descarga del Ingenio Tamazula
Clave de RHA	VIII	VIII	VIII	VIII
Clave de región hidrológica	12	12	12	16
Nombre región hidrológica	Lerma-Santiago	Lerma-Santiago	Lerma-Santiago	Armería-Coahuayana
Cuerpo de Agua	Río Jerez-Colotlán	Río Lagos	Río Santiago	Río Tamazula
Municipio	Teocaltiche	Lagos de Moreno	Ixtlahuacán del Río	Tamazula de Gordiano
Clave del municipio	14,025	14,053	14,045	14,085
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	52.635	89.04	66.6	69.48

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA (2014b): Calidad de agua según indicador DBO Impactos a los cuerpos de agua: eutrofización y lixiviación de contaminantes

Una amplia variedad de factores interrelacionados determina las necesidades de agua en las actividades pecuarias, entre ellos la especie animal, la condición fisiológica del animal, el nivel de ingestión de materia seca, la forma física de la dieta, la disponibilidad y calidad del agua, la temperatura del agua, la temperatura ambiental y el sistema de producción (National Research Council, 1981; Luke, 1987). La producción pecuaria, especialmente en las granjas industrializadas, también requiere agua para los servicios: limpieza de las unidades de producción, lavado de los animales, instalaciones de enfriamiento de los animales y sus productos (leche) y eliminación de los desechos (Chapagain y Hoekstra, 2003; Hutson *et al.*, 2004). En particular, la cría de cerdos precisa una gran cantidad de agua cuando se utilizan sistemas de lavado a chorro; en este caso las necesidades de agua de servicio pueden ser 7 veces superiores a las necesidades de agua para el consumo (Chapagain y Hoekstra, 2003).

Por otro lado, el ganado de engorda pueden tener una ingestión de nutrientes extremadamente alta. Algunos de los nutrientes ingeridos son retenidos en el animal, pero la gran mayoría es devuelta al ambiente y puede representar una amenaza para la calidad del agua, a través de los escurrimientos (lixiviación). En el caso de una vaca lechera en producción la excreción anual es de 129.6 kg de N (79 por ciento del total ingerido) y 16.7 kg de P (73 por ciento) (De Wit *et al.*, 1997).

Las altas concentraciones de nutrientes en los recursos hídricos pueden dar lugar a una hiperestimulación del crecimiento de las plantas acuáticas y las algas, lo que produce eutrofización, mal sabor y olor del agua. La eutrofización es un proceso natural en los lagos que envejecen y en los estuarios, pero la ganadería y otras actividades relacionadas con la agricultura pueden acelerarla en gran medida, incrementando la tasa de entrada de nutrientes y sustancias orgánicas a los ecosistemas acuáticos que son arrastrados por las cuencas circundantes (Nelson *et al.*, 1996). El crecimiento excesivo de algas y de la actividad microbiana estimulado por la eutrofización puede causar un aumento en el consumo del oxígeno disuelto y alterar el normal funcionamiento de los ecosistemas.

Un nivel elevado de nitratos en los recursos hídricos puede ser un peligro para la salud. Los niveles excesivos en el agua potable pueden causar metahemoglobinemia (“síndrome del bebé azul”) y la intoxicación de los bebés. Entre los adultos, la toxicidad del nitrato puede causar abortos y cáncer de estómago. El valor de referencia de la OMS para la concentración de nitrato en el agua potable es de 45 mg/litro (10 mg/litro para N-NO<sub>3</sub>) (Hooda *et al.*, 2000; Osterberg y Wallinga, 2004). El nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) es tan susceptible a la lixiviación como el nitrato y es mucho más tóxico.

Actualmente, los datos proporcionados por la SEMADET respecto al mantenimiento y aseo de las granjas porcinas, indican que la práctica común es utilizar agua a presión para la limpieza, pese a que la literatura reporta técnicas de recolección de las excretas en seco. Actualmente, el agua residual generada en las granjas es utilizada como riego agrícola sin previo tratamiento por los productores de Jalisco, lo cual es un uso inadecuado. Las aguas residuales aplicadas como riego pueden alcanzar por escurrimiento superficial y sub-superficial las aguas de ríos, lagunas o mantos freáticos cuyas consecuencias potenciales de contaminación son diversas y son las mencionadas anteriormente.

#### **Impactos al suelo y a los ecosistemas**

Las prácticas actuales de las granjas ganaderas en Jalisco es la aplicación de estiércol en suelos de cultivo dentro del mismo predio por dos razones: 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 que tratar el estiércol para cumplir con los estándares fijados para las descargas (Steinfeld *et al.*, 2009).

El uso del estiércol como fertilizante no debería considerarse un riesgo potencial de contaminación hídrica sino un medio para reducirla. Cuando se usa apropiadamente, el estiércol del ganado reciclado disminuye la necesidad de fertilizantes minerales (Steinfeld *et al.*, 2009). Cuando se aplica el estiércol como fertilizante orgánico, generalmente se busca un suministro a los cultivos de N más que de P. Sin embargo, los cultivos tienen requerimientos diferentes de extracción de N y de P diferente de la relación N/P presente en los excrementos del ganado; el resultado es un aumento en los niveles de P en los suelos estercolados. Puesto que el suelo no es un sumidero infinito de P, la situación resultante es un proceso de lixiviación de P (Miller, 2001). Además, cuando el estiércol se usa como acondicionador del suelo las dosis de P aplicadas en la tierra exceden la demanda agronómica y los niveles de P se acumulan en los suelos (Gerber y Menzi, 2005).

Los productores de cultivos tienden a aplicar el estiércol a tasas intensas y frecuentes, realizadas a destiempo y excediendo las demandas de la vegetación, debido a los altos costos del transporte y la mano de obra para poder aplicarlos en otros sitios. Como consecuencia, al aplicarse estiércol en exceso, se provoca su acumulación en el suelo y a la contaminación del agua a través de la escorrentía y la lixiviación. Se ha estimado que las pérdidas de P en los cursos de agua generalmente están comprendidas en un intervalo que va del 3 al 20 por ciento del P aplicado (Carpenter *et al.*, 1998; Hooda *et al.*, 2000). El impacto del sector ganadero en la degradación del suelo es complejo, en tanto que constituye una fuente directa e indirecta de contaminación y tiene influencia directa, a través de la degradación de la tierra, sobre los mecanismos naturales que controlan y mitigan las cargas contaminantes (Steinfeld *et al.*, 2009).



El ganado contribuye al cambio climático, lo que a su vez tiene un impacto en los ecosistemas y las especies. Los ecosistemas terrestres y acuáticos resultan afectados por las emisiones (descargas de nutrientes y de patógenos en ecosistemas marinos y de agua dulce, emisiones de amoníaco, lluvia ácida). El sector también repercute directamente en la biodiversidad con las especies exóticas invasivas (el ganado en sí mismo y las enfermedades de las que puede ser vector) y la sobreexplotación, como en el caso del pastoreo excesivo (Steinfeld *et al.*, 2009). La expansión de los pastos de consumo pecuario y los cultivos rentables dentro de los ecosistemas naturales contribuyen al crecimiento intensificado de la producción agropecuaria, de forma colateral y directamente proporcional al desgaste de suelos y sobreutilización de agua. Es probable que esta tendencia continúe a nivel mundial, regional y local si no se presentan modificaciones sustanciales que contribuyan a la regulación o concientización sobre la preservación de espacios naturales.

### **Impactos a la atmósfera: gases de efecto invernadero**

La generación de excretas y su disposición están reguladas en Jalisco. La norma que se aplica es la NAE-SEMADES-007/2008 (SEMADET 2008), la cual explica los procedimientos que deben seguirse para alcanzar dicho fin. Sin embargo, es innegable que las excretas emiten una gran cantidad de gases contaminantes durante el proceso de descomposición, lo cual no está regulado por las autoridades ambientales, tanto estatales como federales.

Méndez y Cazarín *et al.* (2000), comentan que las excretas animales al degradarse emiten olores que pueden provocar molestias, sobre todo a las personas que no viven en contacto comúnmente con animales productivos. También se generan problemas ambientales de tipo global, generados por la emisión de bióxido de carbono y metano, provenientes del metabolismo y digestión de las vacas lecheras. El gas metano se forma además cuando se apilan excretas; ambos gases aportan al efecto de invernadero y el segundo también afecta a la capa de ozono (Sánchez y Gerón, 1992). Las excretas expuestas al ambiente emiten amonio. El amonio arrastrado por la lluvia o los líquidos hacia las capas más profundas del suelo puede ser desnitrificado o bien puede llegar a convertirse en nitritos y posteriormente en nitratos por la acción microbiana de esos estratos. Si este último producto no es captado por las plantas se convierte en contaminante de los mantos fríasicos (Taiganides, 1992).

Un elevado porcentaje de la producción mundial de cultivos se destina a la alimentación del ganado. Los fertilizantes minerales nitrogenados se aplican a la mayor parte de las tierras destinadas a estos cultivos, en particular en el caso de cultivos de alta energía como el maíz. Aproximadamente el 97 por ciento de los fertilizantes nitrogenados derivan del amoníaco producido sintéticamente por medio del proceso Haber-Boch (IFA, 2002; Steinfeld *et al.*, 2009). El uso de combustibles fósiles en la fabricación de fertilizantes es el potencial responsable de la emisión de 41 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año (FAO, 2003; 2002; Steinfeld *et al.*, 2009).

Por otro lado, a escala mundial, el ganado es la fuente antropogénica más importante de emisiones de metano. Entre los animales domésticos, los rumiantes (bovinos, búfalos, ovejas, cabras y camellos) producen cantidades significativas de metano como parte del normal proceso digestivo. El metano también se produce en cantidades más pequeñas en el proceso digestivo de otros animales, incluidos los humanos (EPA, 2005).

El ser humano ha cambiado el ciclo del nitrógeno a través de la fertilización de suelos. Una parte importante del fertilizante aplicado en los campos agrícolas se convierte en formas de nitrógeno reactivo (NO o N<sub>2</sub>O) en el proceso de nitrificación-desnitrificación del suelo mediante bacterias, el cual puede ser un gas de efecto o un contaminante atmosférico. El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) es muy persistente en la atmósfera, donde puede permanecer hasta 150 años. Además de su función en el calentamiento global, el N<sub>2</sub>O también contribuye al agotamiento de la capa de ozono, que protege la biosfera de los efectos dañinos de las radiaciones solares ultravioletas (Bolin *et al.*, 1981).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Impacto potencial a los recursos hídricos**

Los residuos más visibles en la actividad ganadera son la generación de excretas y las aguas residuales, dados los volúmenes que se manejan. Así también, las formas de disposición de los residuos sólidos y líquidos y los olores, que son claramente perceptibles en las comunidades aledañas a las granjas, representan un problema de contaminación.

Los volúmenes de excreta por cabeza de ganado por año se estimaron de acuerdo a la información reportada por la SEMADET y se han comparado con datos reportados por la literatura (Cuadro 3). En el caso de la producción de excretas de los bovinos, la información registrada en la SEMADET está subestimada a 16 veces menos con respecto a la literatura especializada, 1.4 veces con respecto a los porcinos y una sobrestimación con respecto a las gallinas.

**Cuadro 3. Excreta promedio generada por animal para las granjas de las siete regiones de Jalisco (Datos de la SEMADET, 2008)**

Fuente de información	Promedio		
	Cerdaza (ton/unidad/año)	Bovinaza (ton/unidad/año)	Pollinaza (ton/unidad/año)
Estimación datos SEMADET	0.3702	0.5779	0.0058
Datos reportados por la literatura	0.4969a	9.4900b	0.0098c
Promedio datos: a Gadd, 1973; b Iowa State University, 1985; Castelló, 2000.			

En base a lo establecido por Gadd (1973), Iowa State University (1985) y Castelló (2000), se calcularon los montos totales generados por las poblaciones de bovinos, porcinos y aves en el estado de Jalisco durante el 2012 (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Montos de excreta estimados para las 8 Distritos de riego de Jalisco y montos totales anuales en el estado de Jalisco (bovinos, porcino y gallinas)**

Fuente de información	Bovino (carne y leche) (a)		Porcino (b)		Ave (carne y huevo)	
	No. de cabezas	excretas (ton)	No. de cabezas	excretas (ton)	No. de aves	excretas (ton)
Estimación datos SEMADET	3'564,495	2'060,017	6'568,286	2'431,313	89'291,554	521,337
Datos reportados por la literatura		33'827,058		3'260,497		321,351
Fuente: OEIDRUS Jalisco (2014) con información de la Delegación Estatal de la SAGARPA. <a href="http://www.oeidrus-jalisco.gob.mx/ganaderia/inventario/index.php?idcurrent=2">http://www.oeidrus-jalisco.gob.mx/ganaderia/inventario/index.php?idcurrent=2</a> (a) Beceros (0-1 años), Novillos (1-3 años), Vaquillas (1-3 años), Sementales, Toretes y Vientres. (b) Porcinos en Crecimiento, Finalizado, Lechones, Sementales y Vientres.						

En base a lo establecido por Cobos (1987), Peláez *et al.* (1999) y Vera *et al.* (1990), y a partir de la estimación de generación de excreta (datos de literatura), se calcularon los montos generados de nitrógeno y fósforo por las poblaciones de bovinos, porcinos y aves en el estado de Jalisco durante el 2012 (Cuadro 5). Sin embargo, es conveniente recalcar que la cantidad generada de excretas y su composición varía básicamente conforme a las razas de animal, las instalaciones establecidas para la crianza, las prácticas de limpieza y el alimento proporcionado (Dourmand, 1991).

**Cuadro 5. Montos totales de nitrógeno y fósforo estimados a partir de la producción anual de excretas**

<b>Tipo de ganado</b>	<b>ton nitrógeno/año</b>	<b>ton fósforo/año</b>
Bovino	930,244	40,5925
Porcino	136,614	44,342
Aves	6,491	Nd
<b>Total</b>	<b>1'073,349</b>	<b>450,267</b>
Nd: no determinado.		

Los montos totales de nitrógeno generados por los bovinos, porcinos y aves alcanzan la cantidad de 1,073,349 toneladas de nitrógeno y 450,267 toneladas de fósforo, para el año 2012 en el estado de Jalisco. Esta cantidad de nitrógeno puede provocar la contaminación de los mantos freáticos debido a los procesos de lixiviación de sobre-fertilización del suelo. Esto podría reflejarse en los niveles de nitrógeno de las aguas de pozos de las diversas regiones de Jalisco. Es importante señalar que la hipótesis que se plantea es que una fuente importante de contaminación de los mantos freáticos podría ser la actividad ganadera, debido al manejo inadecuado de las excretas podría ser corroborada realizando análisis de calidad del agua que reporta la Comisión Estatal de Agua de Jalisco. Por otro lado, la disposición y manejo adecuado del estiércol puede traer beneficios en actividades como la agricultura, lo que traería como consecuencia una disminución del problema.

Las granjas ganaderas (especialmente las granjas porcícolas) declaran las aguas residuales como excretas líquidas en la LAU, lo cual es permitido por la SEMADET y es un vacío en la ley. Por lo tanto, la autoridad no exige a los productores que descargan a cuerpos de agua cumplan con la norma mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de descarga de aguas residuales a cuerpos de agua. Las granjas de mediano y gran tamaño que cuentan con la posibilidad de establecer sistemas de reciclado y tratamiento primario de aguas lo hacen en forma escasa. No obstante, un tratamiento primario no es suficiente para la reutilización del agua residual tratada para el riego en las granjas mismas, debido a la concentración alta de nutrientes que puede llegar a tener y las consecuencias de contaminación del agua en mantos freáticos. Así, las aguas residuales al ser tratadas de manera inadecuada, no alcanzan los niveles de degradación necesarios de 200 mg/L de DBO<sub>5</sub> de promedio diario de descarga a cuerpos de agua superficiales (arroyos, ríos y lagunas) que se destina al riego agrícola (NOM-001-SEMARNAT-1996). Las consecuencias podrían ser severas, entre ellas la eutrofización de los cuerpos de agua y la alteración de la flora y fauna agrícola hasta su extinción. Otra consecuencia grave es la nitrificación de las aguas subterráneas, disminuyendo la calidad del agua potable.

Al momento de realizar esta investigación, se intentó realizar una consulta sobre la calidad del agua de los pozos principales, a través de la Comisión Estatal del Agua (CEA) del Estado de Jalisco. La CEA reporta que realiza en forma periódica el análisis de calidad del agua de los pozos que existen en la región. Sin embargo, el acceso a dicha información es restringido, por lo que habrá que esperar a que la información sea del dominio público.

Ante los problemas asociados a la contaminación ambiental y su afectación potencial en el recurso hídrico, los productores agropecuarios en los casos documentados en Lagos de Moreno y Tototlán accedieron a inscribirse ante procesos de autorregulación propuestos por el Gobierno del Estado de Jalisco. En otros casos, tomando como referencia las solicitudes de la LAU, la situación de los productores con menor capacidad económica es de incertidumbre ante las medidas regulatorias que los gobiernos de los diferentes ámbitos operan ante la problemática ambiental. Los productores con capacidad económica buscan la participación de las instituciones para la capacitación y un mayor apoyo financiero para la adquisición de tecnologías que contribuyan a la remediación o en el mejor de los casos la mitigación de los efectos negativos de su actividad.

**Impacto potencial a la atmósfera**

Actualmente, la literatura reporta algunos factores de la generación de gases de efecto invernadero a partir del tratamiento de excretas de bovinos y porcinos. Hao *et al.* (2001), reportan la pérdida de carbono en la forma de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> de 73.8 y 6.3 kg C/ton para la excreta de bovinos mediante un tratamiento de aireación pasivo. La pérdida de nitrógeno (N) en la forma de N<sub>2</sub>O fue reportada por dichos autores de 0.11 kg/ton de excreta, usando el mismo tratamiento. Por otro lado, Sommer y Moller (2000), reportan la emisión de CO<sub>2</sub> a partir del tratamiento de excretas de cerdos mediante la elaboración de composta de 7.37 kg C/ton excreto; la emisión de metano fue de 0.191 kg de C/ton y de 0.058 kg/ton para el N (N<sub>2</sub>O).

Para el tratamiento de la excreta de gallina (gallinaza) no se encontraron datos de generación de gases de efecto invernadero. Sin embargo, existen datos reportados por Cederberg *et al.* (2009), que indican los montos generados de gases para la crianza de gallinas, que abarcan desde el suministro de alimento para las aves hasta la aplicación de la excreta para su tratamiento. Dichos autores reportan una producción de 910 kg CO<sub>2</sub>/ton de canal producida, de 950 kg de CH<sub>4</sub> (equivalente de CO<sub>2</sub>)/ton canal y de 70 kg de N<sub>2</sub>O (equivalente de CO<sub>2</sub>)/ton canal.

Los datos reportados en la literatura fueron utilizados para calcular los montos de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O como kg de equivalentes de CO<sub>2</sub>/ton de excreta, a partir de información registrada por la SAGARPA (2012) para la población ganadera de Jalisco. Los montos estimados por distrito de riego se sumaron para obtener la cantidad total de gases de efecto invernadero para la actividad ganadera en el estado.

El Cuadro 6 muestran las cifras estimadas de los gases de efectos invernadero de las excretas para la población de bovinos, porcinos y gallinas en el año 2012, en el estado de Jalisco. Probablemente las condiciones de degradación de las excretas generadas en Jalisco no son iguales a las que reporta la literatura, debido a la diversidad de clima, humedad y temperatura de las regiones del estado y las condiciones experimentales reportadas en la literatura. Sin embargo, los cálculos aquí presentados pueden ser una referencia para estimar el impacto real de la actividad ganadera en las regiones de Jalisco.

**Cuadro 6. Estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de las excretas de la población de bovinos, porcino y gallinas para el año 2012 en el estado de Jalisco\***

Tipo de ganado	Excretas (ton)	Pérdidas de CO <sub>2</sub> (ton)	Pérdidas de CH <sub>4</sub> (ton eq. CO <sub>2</sub> )	Pérdidas de N <sub>2</sub> O (ton eq. CO <sub>2</sub> )
Bovino	35'043,049	2'586,177	5'519,280	1'148,711
Porcino	3'273,281	24,124	15,630	56,575
Gallinas	312,338	284,227	296,721	21,863
* Con datos de OEIDRUS. 2014. <a href="http://www.oeidrus-jalisco.gob.mx/ganaderia/anuarios/">http://www.oeidrus-jalisco.gob.mx/ganaderia/anuarios/</a> Base de cálculo para excreta bovina (Hao et al. 2001). CO <sub>2</sub> (kg C/ton)=73.8; CH <sub>4</sub> (kg C/ton)=157.5; N <sub>2</sub> O (kg C/ton)=32.78 Base de cálculo para excreta porcino (Sommer y Moller 2000). CO <sub>2</sub> (kg C/ton)= 7.37; CH <sub>4</sub> (kg C/ton)= 4.775; N <sub>2</sub> O (kg C/ton)= 17.284 Factores de cálculo para gallinaza (Cederberg et al., 2009) CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /ton canal)= 910; CH <sub>4</sub> (kg CO <sub>2</sub> /ton canal)= 950; N <sub>2</sub> O (kg CO <sub>2</sub> /ton canal)= 70				

Según la Calculadora Mexicana de CO<sub>2</sub> (2014), un vehículo de rendimiento de 12 km/L, recorriendo 18000 km/año emite 3.02550 toneladas métricas/año. Entonces, el impacto ambiental por la actividad ganadera del estado de Jalisco equivale a la contaminación generada por 3'289,807 vehículos. Según el INEGI (2013b), hasta el año 2011 se encuentran registrados en el parque vehicular registrado en el estado de Jalisco un total de 2'832,186 unidades, entre vehículos de uso oficial, público o particular. En el caso de hipotético de que los vehículos tuvieran las características establecidas para el cálculo de

emisiones, las emisiones de CO<sub>2</sub> de la actividad ganadera equivalen al 116% de las emisiones generadas por el inventario de vehículos en el estado de Jalisco.

### **Perspectivas del sector ganadero a futuro: manejo responsable de desechos**

Actualmente el tratamiento del agua residual en el sector pecuario se limita en el mejor de los casos a la implementación de un tren de tratamiento primario para su descarga a la red del servicio municipal correspondiente o a un cuerpo receptor de agua, con el fin de intentar cumplir el parámetro mínimo de calidad requerido en las normas oficiales mexicanas. Los grandes productores pecuarios han instalado en sus granjas procesos de tratamiento tales como biodigestores, geomembranas, trenes de tratamiento primario para aguas residuales, biomembrana de adsorción de olores y en algunos otros casos cultivos modificados genéticamente. Estos tratamientos pueden mostrarse como novedosos, sin embargo, al aplicarse únicamente cumplen con los requisitos solicitados por la autoridad ambiental para los procesos de producción de los ganaderos. Si son aplicados sin acoplamiento a procesos secundarios, su resultado será nulo. La capacitación para el manejo de las nuevas tecnologías mencionadas será el nuevo punto de debate y conflicto entre autoridades y el sector productivo agropecuario, debido a que es escaso el personal capacitado para la operación de plantas de tratamiento.

La gran mayoría de productores ganaderos declaró en su LAU que la crianza de animales únicamente producía excretas secas, lo cual es contradictorio, pues se necesitan grandes cantidades de agua para hacer limpiezas efectivas en una granja. Por otro lado, algunos productores declararon producir excretas líquidas, cuando en realidad se trata de aguas residuales. Los productores que cuentan con lagunas de oxidación, tratamiento primario más un tratamiento aerobio, biodigestores u otro tipo de tratamiento son escasos. En una visita realizada a una granja en la zona de Tototlán se pudo constatar que los tratamientos implementados son ineficientes, dado que los volúmenes de las fosas son pequeños y no se establece el tiempo de residencia mínimo para una degradación aceptable. La calidad visual de los efluentes de estos tratamientos indica una gran cantidad de materia orgánica suspendida. La mayoría de las granjas ganaderas optan por utilizar el agua residual tratada para riego agrícola. Esta práctica es inconveniente, dado que la materia orgánica, nitrato-nitritos, fósforo, microorganismos zoonóticos y parásitos multicelulares remanentes presentes en el agua residual contamina los cuerpos receptores de los efluentes de tratamiento. Otras granjas ganaderas aplican directamente las aguas residuales directamente a los cultivos, lo cual incrementa los inherentes riesgos a la salud y los procesos de eutrofización de cuerpos cercanos de agua a través de escorrentías.

Por otro lado, existen granjas en Jalisco que se encuentran en vías de adquisición de créditos del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) de la SAGARPA para instalar en sus granjas un biodigestor que les permita reducir los montos de las excretas semisólidas y líquidas. El propósito es obtener energía simultáneamente para la operación de la misma granja. Sin embargo, esto resuelve los problemas de las granjas de gran volumen de producción en Jalisco, quedando marginadas las pequeñas granjas dispersas.

Actualmente existen tratamientos adecuados para la disposición de las aguas residuales generadas en una granja. El tratamiento de un agua residual consiste en la implementación de una serie de procesos físicos, químicos y/o biológicos, cuyo objetivo es eliminar o disminuir la carga de contaminantes (físicos, químicos y biológicos) presentes en ella, con el propósito de disponerla sin riesgo de ocasionar daños al ambiente ni a la salud humana (conforma a la normatividad vigente) o reutilizar con fines recreativos, de riego agrícola u otra actividad humana.

La elección del método de tratamiento y su operación dependerá de varios factores tales como el clima, la topografía del lugar, las características del efluente a tratar, y de otras variables como son los aspectos económicos (la disposición de terreno y los recursos financieros), técnicos, legales (normativas vigentes aplicables), ubicación y tamaño del establecimiento.

Para poder seleccionar el método de tratamiento será fundamental conocer los volúmenes que se generan y las características físicas, químicas, microbiológicas y parasitológicas de los efluentes que

posee la granja. La caracterización de un agua residual debe incluir como parámetros principales: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), Fósforo (P), Sólidos Suspendidos Totales y Volátiles (SST y SSV), Sólidos Sedimentables (SS), pH, Conductividad Eléctrica (CE), Coliformes Fecales Totales, *Escherichia coli* y huevos de helmintos.

Los sistemas de tratamientos convencionales se dividen en dos etapas principalmente: Tratamiento primario, que tiene como objetivo la eliminación de una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del efluente. Esta eliminación suele llevarse a cabo mediante operaciones físicas tales como el filtrado, el tamizado y la sedimentación (Tchobanoglous y Burton, 1991). Tratamiento Secundario, el cual está orientado a la eliminación de los sólidos en suspensión, los compuestos orgánicos biodegradables y nutrientes (principalmente N y P). Incluye tratamientos biológicos y/o químicos (Ramalho, 1996).

Actualmente, existen una amplia variedad de opciones para el tratamiento de aguas residuales de granjas reportadas en la literatura. Sin embargo, debido al desconocimiento de los técnicos encargados de las granjas o la falta de financiamiento de las granjas pequeñas, existe un escaso tratamiento de las aguas y efluentes residuales en el sector ganadero. Los productores deben dirigirse a expertos consultores para recibir orientación en la elección e implementación de los tratamientos más adecuados para el tamaño y tipo de granja.

### CONCLUSIONES

Las actividades agropecuarias inciden en la situación actual de los recursos hídricos de Jalisco, los abatimientos de los mantos freáticos por las actividades agropecuarias son notorios, poniendo en riesgo la sustentabilidad de dicha actividad económica en la región. Los impactos ambientales generados por los aspectos del sector agropecuario en Jalisco tienen una causa de origen local, pero sus efectos tienen repercusiones de tipo global.

Actualmente, existen deficiencias en el ámbito normativo del sector agropecuario en los tres niveles de gobierno (local, estatal y nacional). El reto de las autoridades es concientizar a los productores agropecuarios de ajustar sus procesos de producción a las normatividades ambientales y sanitarias vigentes.

La información proporcionada por las dependencias públicas de Jalisco evidenció en algunos casos las discrepancias entre las fuentes de información institucional y los datos no correlativos a las acciones productivas y efectos de las actividades. Esta situación puede deberse a que los instrumentos estadístico metodológicos utilizados para el procesamiento de la información y la construcción de los datos son inadecuados por parte de la SEMADET, o porque los datos declarados por los ciudadanos ante la autoridad ambiental sólo reflejan rangos mínimos permisibles por las normas legales medioambientales.

Los productores agropecuarios en Jalisco deben tener conocimientos de los efectos graves que producen sus actividades. Este proceso debe darse a conocer a través de seminarios y simposios que deben ser organizados por las autoridades ambientales locales y federales; en ellos también deben darse a conocer las soluciones posibles a las problemáticas ambientales que existen actualmente. Así también, en dichos foros deben participar instituciones financieras que estén interesados en aportar el capital necesario para resolver la problemática ambiental actual de las granjas ganaderas en Jalisco. Debe comprenderse que el problema no es técnico-tecnológico sino de tipo económico-financiero. El propósito final deber ser mantener activo al sector ganadero ya que genera una gran cantidad de empleo y produce alimento a la sociedad jalisciense.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento del proyecto del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Jalisco clave 000000000187562 de la Convocatoria 2012-02 denominado “Desarrollo e implantación de modelos de gestión ambiental bajo criterios internacionales para los sectores productivos del estado de Jalisco”, al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. por permitirnos participar en el mismo a través del Dr. Jorge del Real Olvera y a la Dra. Elizabeth León Becerril por sus comentarios y correcciones al documento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bolin, B., J. Crutzen, P., M. Vitousek, P., G. Woodmansee, R., D. Goldberg, E. and Cook, R.B. 1981. An overview of contributions and discussions at the SCOPE workshop on the interaction of biogeochemical cycles. Örsundsbro, Suecia.

Calculadora Mexicana de CO<sub>2</sub>. 2014. Resultados de tus emisiones de CO<sub>2</sub>. INECC (antes INE). <http://www.calculatusemisiones.com/resultado.php>. Consultado 29 de 2014.

Carpenter, S. R., F. Caraco N., L. Correll, D., W. Howarth, R., N. Sharpley, A. and H. Smith, V. 1998. Non-point pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* 8(3): 559-568.

Castelló. 2000. La Gallinaza. En: *Selecciones Avícolas*. España. pp. 5-35.

Cederberg, C., U. Sonesson, M. Henriksson, V. Sund and J. Davis. 2009. Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005. SIK Report No 793. The Swedish Institute for Food and Biotechnology.

Chapagain, A.K. y Hoekstra, A.Y. 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. *Value of Water Research Report Series no. 13*. UNESCO-IHE.

Cobos, P. M. 1987. Evaluación nutricional de ensilado a base de estiércol, melaza y rastrojo de maíz en la alimentación de ovinos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Ganadería Chapingo, México.

CONAGUA. 2014a. Ley Federal de Derechos: Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014, México, D.F. pp. 94.

CONAGUA. 2014b. Calidad de agua según indicador DBO<sub>5</sub>, Atlas Digital del Agua México 2012. Acceso a: [http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/25/index\\_svg.html](http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/25/index_svg.html). Consultado en enero 30 de 2014.

CONAGUA. 2011. Estadísticas del agua en México, edición 2011. Comisión Nacional del Agua. Marzo de 2011. Acceso a: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-AM2011.pdf>.

CONAGUA. 2009. Acuerdo por el que se da a conocer la ubicación geográfica de 371 acuíferos del territorio nacional, se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de 282 acuíferos, y se modifica, para su mejor precisión, la descripción geográfica de 202 acuíferos. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.

Dahrendorf, R. 1974. Citizenship and beyond: the social dynamics of an idea. *Social Research* 673-701.

De Wit, J., H. van Keulen, H.G. van der Meer and A. J. Nell. 1997. Animal manure: asset or liability? *World Animal Review* 88-1997/1. [www.fao.org/docrep/w5256t/W5256t05.htm](http://www.fao.org/docrep/w5256t/W5256t05.htm). Consultado en enero 15 de 2013.

Dourmand, J. Y. 1991. Maîtrise de la charge polluante des effluents des élevages porcins. Journée Régionale EDE de Bretagne. Loudéac le 20 novembre 1991. 5 pp.

EPA. 2005. Global warming - Methane. Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de América. <http://www.epa.gov/methane/>. Consultado mayo de 2014.

FAO. 2002. Fertilizer use by crop. Informe conjunto FAO, IFA, IFDC, IPI, PPI. 5ª Edición. 45 pp.

FAO. 2003. World agriculture: towards 2015/30. An FAO perspective. J. Bruisnsma (Ed). Roma, FAO y London, Earthscan. [www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/esag/docs/y4252e.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/y4252e.pdf). Consultado 13 de enero de 2014.

Gadd J. 1973. Getting to grips with pig muck. *Pig Farming* April. pp 31-33.

Gerber, P. and H. Menzi. 2005. Nitrogen losses from intensive livestock farming systems in South East Asia: a review of current trends and mitigation options. En *Greenhouse gases and animal agriculture: an update. Proceedings of the 2nd International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture*, 20-24 de septiembre de 2005, Zurich, Suiza.

Hao, X., C. Chang, F. J. Larney and G. R. Travis. 2001. Greenhouse Gas Emissions during Cattle Feedlot Manure Composting *Journal Environmental Quality* 30(2):376-386.

Hooda, P.S., A. C. Edwards, H. A. Anderson and A. Miller. 2000. A review of water quality concerns in livestock farming areas. *The Science of the Total Environment* 250(1-3):143-167.

Hutson, S. S., N. L. Barber, J. F. Kenny, K. S. Linsey, D. S. Lumia and M. A. Maupin. 2004. Estimated use of water in the United States in 2000. *US Geological Survey Circular* 1268. p. 46.

IFA. 2002. Fertilizer indicators. 2ª edición. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, París. p. 20. [www.fertilizer.org/ifa/statistics/ indicators/ind\\_reserves.asp](http://www.fertilizer.org/ifa/statistics/indicators/ind_reserves.asp). Consultado mayo de 2014.

INEGI. 2013a. Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos. Principales características del sector en 2011 según producción agrícola. <http://sc.inegi.org.mx/sistemas/cobdem/resultados.jsp?w=35Backidhecho=561&Backconstem=50&constembd=165>. Consultado enero 30 de 2014.

INEGI. 2013b. Vehículos de motor registrados en circulación (excluye motocicletas). [http://buscador.inegi.org.mx/search?q=veh%C3%ADculos+en+Jalisco&spell=1&tx=veh%C3%ADculos+en+Jalisco&site=sitioINEGI\\_collection&client=INEGI\\_Default&proxystylesheet=INEGI\\_Default&getfields=\\*&entsp=a\\_\\_inegi\\_politica&lr=lang\\_es%7Clang\\_en&filter=1&ulang=es&ip=10.152.21.8&access=p&sort=date:D:L:d1&entqr=3&entqrm=0&wc=200&wc\\_mc=1&oe=UTF-8&ud=1](http://buscador.inegi.org.mx/search?q=veh%C3%ADculos+en+Jalisco&spell=1&tx=veh%C3%ADculos+en+Jalisco&site=sitioINEGI_collection&client=INEGI_Default&proxystylesheet=INEGI_Default&getfields=*&entsp=a__inegi_politica&lr=lang_es%7Clang_en&filter=1&ulang=es&ip=10.152.21.8&access=p&sort=date:D:L:d1&entqr=3&entqrm=0&wc=200&wc_mc=1&oe=UTF-8&ud=1). Consultada septiembre 30 de 2015.

Iowa State University. 1985. Dairy housing and equipment handbook. Midwest plan service. Iowa State University, U.S.A.

Ley de Aguas Nacionales. 1992. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992, México, D.F.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, México, D.F.



Luke, G. J. 1987. Consumption of water by livestock. Resource Management Technical Report No. 60, Department of Agriculture Western Australia.

Méndez y Cazarín M. D., R. Tzintzun-Rascó y D. Val-Arreola. 2000. Evaluación productiva, de efecto ambiental y de problemas relevantes en explotaciones lecheras de pequeña escala Livestock Research for Rural Development 12 (1) <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/1/manu121.htm>

Miller, J. J. 2001. Impact of intensive livestock operations on water quality. Proceedings of the Western Canadian Dairy Seminar.

National Research Council. 1981. Effects of environment on nutrient requirements of domestic animals. Subcommittee on Environmental Stress, Committee on Animal Nutrition, National Research Council, Washington DC, National Academy Press. 168 pp.

Nelson, P.N., E. Cotsaris and J. M. Oades. 1996. Nitrogen, phosphorus, and organic carbon in streams draining two grazed catchments. *Journal of Environmental Quality* 25 (6):1221-1229.

NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997, México, D.F.

NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 1998, México, D.F.

Osterberg, D. and D. Wallinga. 2004. Determinants of rural health. *American Journal of Public Health* 94(10).

Peláez, C. 1999. Gallinaza: materia prima en proceso de compostación. *Avicultores*. Colombia 53: p.18-32.

Ramallo, R. S. 1996. Tratamiento de Aguas Residuales, Editorial. Reverté, Barcelona, España.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994, México, D.F.

Rojas, J. J. P. 2012. Relaciones y conflicto intergubernamentales por el agua. El conflicto intergubernamental por el agua entre Guanajuato y Jalisco. Madrid: Editorial Académica Española.

SAGARPA. 2012. Anuario estadístico de la producción agrícola. Cierre de la producción agrícola por estado. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>

Sánchez V. A. y D. X. Gerón. 1992. Los gases de efecto invernadero. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.

SEMADET. 2008. Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008, que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y valorización de los residuos en el Estado de Jalisco Jueves 16 de Octubre de 2008, Guadalajara, Jalisco, tomo CCCLXI.

Shiva, V. 2003. Las guerras del agua. México: Siglo XXI.

Shopley, J. B. and R. F. Fuggle . 1984. A comprehensive review of current Environmental Impact Assessment methods and techniques, *Journal of Environmental Management* 18:25-47.

Sommer, S. G. and Moller, H.B. 2000. Emission of greenhouse gases during composting of deep litter from pig production – effect of straw content. *Journal of Agricultural Science* 134:327-335.

Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales M. y C. de Haan. 2009. *La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones*, FAO, Roma.

Taiganides, E. P. 1992. *Pig waste management and recycling*. IDRC. Ontario, Canadá.

Tchobanoglous G. and F. L. Burton. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. 3 Edition. McGraw Hill. New York. Metcalf & Eddie Inc. USA.

Vera, F. D., A. M. Caballero y F. R. Garza. 1990. Utilización de heces en la alimentación animal. I Caracterización químico-nutricional de heces de bovinos y porcinos. *Técnica Pecuaria en México*, 28: 22-29.

**\* Artículo recibido el día 01 de julio de 2015 y aceptado para su publicación el día 03 de agosto de 2016.**



CÁMARA DE DIPUTADOS  
LXIII LEGISLATURA

**Dirección General de Servicios de Documentación,  
Información y Análisis**

**Subdirección de Bibliotecas y Archivo**

Palacio Legislativo, a 07 de junio de 2016

SEDIA/SB/LXIII/0541/2016

**M. A. SALOMÓN MORENO MEDINA**  
**DIRECTOR EDITORIAL**  
**03 SEPTIEMBRE**  
**P R E S E N T E**

En cumplimiento a lo ordenado en el artículo quinto, inciso b) del Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del 23 de julio de 1991, se extiende la presente constancia a:


**SOCIEDAD MEXICANA DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA, A.C.**

Por haber dado cabal cumplimiento al Decreto en mención, con el envío de **4 (cuatro)** ejemplares del material documental que a continuación se cita y que sin duda enriquece el acervo de esta Biblioteca.

- Revista **Mexicana de Agronegocios** correspondiente a la séptima época, año XX, volumen 37, del segundo semestre del año 2015 (julio-diciembre del 2015)

En tal virtud, agradezco que esta Biblioteca continúe incluida en su lista permanente de distribución y envíos, ya que esto nos permitirá continuar integrando el patrimonio cultural de nuestra Nación.

Atentamente

  
**Mtro. Edwin López Morales**  
Subdirector de Bibliotecas

ELMimol

[http://www.diputados.gob.mx/veda/bibliotecas\\_decre.htm](http://www.diputados.gob.mx/veda/bibliotecas_decre.htm)

Av. Congreso de la Unión, 66; Col. El Parque; Deleg. Venustiano Carranza; C.P. 15960 Ciudad de México;  
Edificio C, Nivel 2; Tel. Conm.: 5036-0000 exts. 67007, 67009