

**IMPACTOS AMBIENTALES POR LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DE
JALISCO, MÉXICO: PRIMERA DÉCADA DEL SIGLO XXI**

**ENVIRONMENTAL IMPACTS BY THE FARMER ACTIVITIES IN JALISCO, MÉXICO
DURING THE FIRST DECADE OF 21ST CENTURY**

Juan Pablo Rojas Ramírez¹ y Ramiro Vallejo Rodríguez²

¹Universidad de Guadalajara, Área de especialidad: Desarrollo Regional Sustentable,
Email: jpablo.rojas@cutonala.udg.mx

²Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco:
Tecnología ambiental enfocada al tratamiento de aguas residuales, Email:
rvallejo@ciatej.mx

^{1y2}Investigadores asociados al proyecto Diseño e Implementación de Modelos de
Gestión Ambiental para los sectores productivos del Estado de Jalisco, Centro de
Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ A.C)

Rojas Ramírez, J. P. & Vallejo Rodríguez, R. (2017). Impactos ambientales por las
actividades agropecuarias de Jalisco, México: primera década del siglo XXI. *Revista
Estudios Ambientales*, 5(1), 3-28.

Recibido: 01 de noviembre de 2016

Aceptado: 04 de junio de 2017

Publicado: 30 de junio de 2017

RESUMEN

El presente documento muestra un análisis sobre los impactos ambientales que acarrearán las actividades agropecuarias en el estado de Jalisco. Este tema forma parte de una investigación mayor que tuvo como objetivo el diseño e implementación de modelos de gestión ambiental para los sectores productivos de Jalisco. El enfoque teórico aplicado fue el ecosistémico, y como pasos metodológicos se realizó el análisis y confrontación de datos estadísticos y se recurrió al enfoque de Presión-Estado-Resultado, propuesta por organismos internacionales. Entre los principales hallazgos se enfatiza que la competencia productiva por posicionar productos agropecuarios en mercados altamente redituables y demandantes llevó a que productores jaliscienses cambiaran sus pautas de producción y en algunos casos hasta los patrones de cultivo y crianza hacia prácticas tecnificadas, produciendo una intensificación de los impactos ambientales entre los que destaca el aumento del consumo del recurso hídrico, la erosión del suelo y el vertido de contaminantes químicos relacionados a la nutrición del ganado.

Palabras clave: Gestión Ambiental, producción agropecuaria, recursos hidráulicos, licencia ambiental, contaminantes.

ABSTRACT

In this paper are analyzed the environmental impacts in the farmer activities in the Jalisco state. The theories used were the systems approach in the specificity ecosystem approach, the methods used were, the technical method *PER* suggested by international organizations and the analysis of random statistical data. The principal discovery was, the high competition among farmer products in profits markets caused the acceleration and change of technologies, farming patron and intensification of cattle raising. Such changing produces an intensification of the environmental impacts in the Jalisco fields. Mainly cause water pollution and erosion of lands farmer for chemical contamination used for cattle nutrition.

Keywords: environmental management, raising cattle, water resources, environmental license, pollutant.

INTRODUCCIÓN

Se expone el análisis de los impactos ambientales ocasionados principalmente en los recursos hídricos a causa de las actividades agropecuarias, en el estado de Jalisco, México (Figura 1). Asimismo, se analiza, de manera general, cómo se produce la contaminación en el resto de los componentes físicos y bióticos del entorno a causa de las actividades productivas en cuestión y se enuncian qué factores han influido en la prevención, mitigación y compensación de efectos nocivos al medio ambiente desde las instituciones y qué criterios se introdujeron en el ámbito de cumplimiento ambiental voluntario.



Figura 1. Ubicación de Jalisco respecto a la federación Mexicana. Fuente:
https://www.jalisco.gob.mx/sites/default/files/archivos-municipios/mapa_mex.png

Se comprobó el supuesto de partida que: ante impactos ambientales evidentes en el estado de Jalisco como consecuencia de la contaminación en cuerpos de agua, emisiones a la atmósfera y degradación de suelos provenientes de las actividades agropecuarias, se evidencian esfuerzos institucionales de los diferentes ámbitos de gobierno para prevenir, mitigar, compensar y restaurar los mismos. Entre estos esfuerzos se destaca el establecimiento de un marco normativo que regula las actividades productivas, y de mecanismos operativos para abatir los impactos ambientales negativos ocasionados por los sectores productivos del estado federado.

A pesar de lo anterior, la capacidad de respuesta económica y el convencimiento al interior de los sectores productivos enfrenta obstáculos referentes a la capacidad de

inversión en tecnologías amigables con el ambiente. Por lo que, 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, a la mitigación de los efectos negativos de su actividad, a la par de hacer más eficientes sus procesos productivos. En contraparte, aquel segmento desprovisto de capital financiero trata, en la medida de lo posible, de acatar las obligaciones en materia ambiental, visualizando las reformas institucionales como obstáculos más que como acciones benéficas.

Existen tecnologías que optimizan los procesos de producción a la vez que contribuyen a prevenir y mitigar las afectaciones al ambiente. Las Biomembranas¹ de adsorción de olores y en algunos otros casos, los cultivos modificados genéticamente, son sistemas tecnológicos que se introducen en la cotidianidad del campo jalisciense.

El cumplimiento voluntario por un lado, y la atención de las obligaciones normativas en materia de medio ambiente por otro, son situaciones que auguran una buena relación con las autoridades según testimonios de agroproductores. Pese a que la capacitación y mantenimiento para el manejo de dichas tecnologías sea el nuevo punto de discusión entre autoridades y el sector productivo agropecuario tanto para aquellos con capacidad económica para invertir como para quienes se encuentran en la búsqueda de fuentes de financiamiento público (Rojas Ramírez y Vallejo Rodríguez, 2016).

El cumplimiento de la normatividad ambiental en el sector agropecuario de Jalisco representa frecuentemente un reto dadas las condicionantes establecidas en las obligaciones en materia ambiental y en ocasiones sólo un requisito para seguir operando productivamente por parte de los productores agropecuarios 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 abonan sus esfuerzos para poner en marcha criterios sustentables en el tratamiento de aspectos 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 (Rojas Ramírez y Vallejo Rodríguez, 2016).

¹ Los biodigestores que transforman materia orgánica en energía y composta, y las geomembranas que aíslan los suelos con el fin de contener residuos, son sistemas de tratamiento primario para aguas residuales

Entre los principales obstáculos detectados por los productores se encuentran los relacionados a la competencia legal de cada ámbito del gobierno mexicano en sus tres órdenes (federal, estatal y municipal), de acuerdo con la legislación vigente establecida en la ley Marco Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) cada ámbito de gobierno tiene competencias de interacción con los productores de acuerdo a los impactos y riesgos ambientales. De la misma forma se establecen concurrencias en donde los diferentes órdenes de gobierno colaboran para una mejor vigilancia de las obligaciones y un mejor ejercicio del Derecho ambiental.

Otro obstáculo detectado es el concerniente a los incentivos económicos ofrecidos tanto por organismos públicos como privados para la inscripción de un cumplimiento ambiental voluntario y una mejor eficiencia productiva; la mayoría de los productores entrevistados para la investigación principal de la cual resulta este documento, enfatizaron que la inversión en tecnologías para el cuidado ambiental son costosas tanto en la inversión inicial como en los costos de operación cotidiana de la tecnología; por lo que los tiempos de recuperación de la inversión, en un mercado fluctuante de venta de productos agropecuarios es variable, sobrepasa los tiempos establecidos o son inciertos si se presentan contingencias en el proceso de producción.

En lo concerniente a los estudios de contaminación ambiental en el estado de Jalisco a pesar de no ser una actividad novedosa, no aluden a una visión integral de afectaciones y vulnerabilidades que deben ser atendidas bajo el paradigma de desarrollo sustentable. Es decir, los estudios ambientales abundantes desde áreas de la Ecología, no se habían realizado con antelación desde un enfoque ecosistémico que integre los ámbitos sociales y económicos en aras de contribuir al diseño de políticas públicas integrales que contribuyeran al desarrollo de las sociedades humanas y el cuidado del entorno de manera conjunta. Si bien aquellos estudios enuncian los impactos de las actividades humanas al medio natural, las propuestas enunciadas en pocas ocasiones se retomaban por parte de las instituciones dadas las condiciones económicas y las inercias del desarrollo industrial.

En contraste, existe una amplia producción de literatura científica enfocada a la contaminación ambiental en zonas urbanas, al deterioro del ambiente urbano y construcciones teóricas respecto a los impactos ambientales en ecosistemas por región, que si bien evidencian los efectos negativos otorgan poca atención a su solución o refieren a la solución sólo de problemas específicos. Por lo que el avance

en la obtención de datos a partir de mediciones *in situ* de la calidad de aire, y contribución de contaminantes a la atmósfera y al suelo por sector productivo, o cálculo del deterioro y abatimiento de cuerpos hídricos, son actividades relativamente nuevas.

La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET antes SEMADES) del estado de Jalisco estipuló como actividades prioritarias desde el año 2010 la recolección de datos y el diseño y aplicación de políticas destinadas a la protección ambiental; dichos programas se continuaron en el gobierno de alternancia en 2013 en cuya administración se ratificaron como compromisos fundamentales del gobierno estatal. Se realizó una acción extensiva de los criterios y se adoptaron metodologías tales como Presión-Estado-Resultado (OCDE, 2003) para el diseño e implementación de modelos de gestión ambiental en todo el estado a través de su Secretaría de Medio Ambiente (De Real y López, 2015).

El antecedente inmediato a las acciones emprendidas para el establecimiento de criterios para el modelado, medición, diseño y gestión ambiental procede de la declaratoria del Polígono de Fragilidad Ambiental en la Cuenca de El Ahogado (POFA) en la región central del estado de Jalisco en cuya circunscripción se encuentra la ciudad capital. Las acciones se formalizaron a partir del decreto firmado el 2 de septiembre de 2010 y su diagnóstico posterior el cual se dio a conocer en el año 2013. En el diagnóstico del POFA se argumenta que la contaminación del medio ambiente procede del sector industrial principalmente con aportaciones importantes de las actividades, agropecuarias y urbanas (De Anda *et al.*, 2014).

Por consiguiente, la construcción del sistema de información geográfica para todo el estado con información sobre contaminantes por sector productivo se encuentra en fase de construcción. Actualmente sólo se cuenta con bases de información en el ámbito urbano y en el estudio diagnóstico del POFA, en los rubros de manejo de residuos, emisiones a la atmósfera y contaminación de agua, y algunos indicadores propios de los ámbitos económicos y sociales.

Aún se espera la construcción, a partir de información procedente de la implementación del modelo de gestión ambiental propuesto por SEMADET, de un sistema de información geográfico-ambiental que permita contabilizar e interpretar las contribuciones de contaminantes. Lo último ha sido el camino más difícil dada la resistencia por algunos integrantes del gremio productivo agropecuario para inscribirse al programa de cumplimiento ambiental voluntario; en dicho programa es donde se

encuentran los criterios a implementar para obtener un diagnóstico real basado en datos de primera mano y los modelos de gestión ambiental correspondientes a cada caso para prevenir y mitigar los aportes de contaminantes al medio ambiente.

Actualmente el seguimiento de las obligaciones ambientales por parte del sector agropecuario es atendido bajo una doble lógica: el cumplimiento de los parámetros mínimos requeridos en la Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y leyes en materia ambiental.

METODOLOGÍA

Se realizó la búsqueda, el análisis e integración de la información disponible de aspectos del medio físico, biótico y humano en torno al sector agropecuario en Jalisco. Se confrontó la información procedente de diversas dependencias de gobierno que recaban datos relacionados a dichas actividades productivas del estado y del trabajo de campo realizado por los investigadores, como base inicial para el estudio de impactos ambientales en agua, suelo, aire y recursos bióticos a causa de las actividades productivas en el estado de Jalisco.

La información proporcionada por las dependencias públicas de Jalisco e Instituciones federales evidenció en algunos casos discrepancias entre datos estadísticos en cada repositorio; ésta situación quizás se deba a que los instrumentos estadístico-metodológicos utilizados para el procesamiento de la información y la construcción de los datos. Una de las causas es que los datos declarados por los ciudadanos ante la autoridad ambiental sólo reflejan rangos mínimos permisibles por las normas medioambientales, esto como estrategia para seguir operando sin obstrucciones legales o multas, hasta que inspección y vigilancia del sector público atiende las anomalías declaradas en la información institucional.

Se efectuó además, un análisis y confrontación de fuentes, y la síntesis de información institucional frente a información científica, censal y de campo mediante el método hipotético-deductivo en el estudio de casos reales elegidos de manera aleatoria y que presentaban problemáticas ambientales.

A partir de la realización del diagnóstico del impacto, afectación y riesgo del sector agropecuario en Jalisco a solicitud de la SEMADET en el marco de la realización de la investigación: Diseño y aplicación de modelos de gestión ambiental para los sectores productivos de Jalisco (De Real y López, 2015), se realizó un análisis de los resultados obtenidos y se seleccionaron los indicadores ambientales para las diferentes matrices

propuestas (agua, suelo, aire, recursos bióticos, actividades productivas, población, etc.) en la investigación principal de la cual deviene el presente artículo.

Para efectos de la presente publicación se enfocó el análisis en los impactos ambientales de la actividad agropecuaria, en especial sobre los recursos hídricos, y en el cumplimiento ambiental que se registra en los documentos oficiales por parte del gremio agropecuario, sin abandonar su interrelación con los otros componentes naturales. El análisis parte del presupuesto sobre que el deterioro y agotamiento de los recursos naturales están asociados al grado de presión que se ejerce por la explotación de dichos para responder a las demandas del sector alimentario.

Respecto a la metodología, se eligió el análisis Presión-Estado-Respuesta (PER) utilizado en la Investigación principal aludida anteriormente. Para el presente documento se hace alusión a dos de los indicadores:

- Presión: contaminación del agua por contribución agropecuaria-Estado situación del recurso hídrico/ efectos asociados a la contaminación del recurso hídrico-Respuesta: invitación institucional para la implementación de un modelo de gestión ambiental bajo el programa de cumplimiento ambiental voluntario y percepción por parte del gremio agropecuario.
- Estado: Relación de producción agropecuaria/ emisiones de gases a la atmósfera y producción de excretas- Presión: contribución de residuos gaseosos y sólidos a la atmósfera y al agua- Respuesta: Invitación a inscribirse en programa de cumplimiento ambiental voluntario para la implementación de modelo de gestión ambiental.

RESULTADOS

Discusión sobre la situación ambiental del sector agropecuario en la primera década del siglo: presión hídrica y efectos derivados

A partir de la revisión de los datos estadísticos de producción agropecuaria del estado y su relación con el uso de agua, se evalúa la situación que guardan los cuerpos hídricos concesionados a los giros agropecuarios registrados ante la autoridad estatal de Jalisco, sus afectaciones, impactos y riesgos principalmente en el ámbito de la vulnerabilidad hídrica. Cabe señalar que los estudios existentes respecto a los recursos hídricos están enfocados a comprender la escasez de agua y deterioro de su calidad, dejando de lado, un estudio integral del impacto ambiental de los otros

elementos constituyentes del entorno a estudios segmentados en las zonas urbanas y cálculos teórico-matemáticos de los daños producidos por las diferentes actividades productivas previas al año 2010.

En lo que compete a la fragilidad ambiental en materia de suelo, aire y recursos bióticos, no es hasta después de la primera década del presente siglo, con el decreto del Polígono de Fragilidad Ambiental en la región centro del estado, cuando se inicia la recolección de datos referentes a las contribuciones de contaminantes por actividad productiva. No obstante la relación sobre afectaciones ambientales está bastante documentada por los organismos administradores del recurso agua, como es la Comisión Nacional del Agua. Por lo tanto, se tienen datos precisos sobre la correlación existente entre el abatimiento del recurso hídrico y la contribución del sector agropecuario a dicha situación.

Desde hace muchos años la agricultura y la ganadería figuran entre las principales actividades económicas que se realizan en el estado. Estas actividades han cambiado a través del tiempo con el uso de maquinaria, la utilización de abonos y fertilizantes, y el aprovechamiento de sistemas de riego (INEGI, 2013).

Para dimensionar el impacto ambiental de las actividades agropecuarias se recurrió a la revisión de los datos reportados por el INEGI, en el reporte perspectiva estadística de Jalisco publicado en el 2011. En cuyo reporte se recogen los datos estadísticos, tomando como año de referencia los datos procesados al 2007 sobre las actividades agropecuarias del estado. La superficie en unidades de producción agropecuaria, aprovechamiento forestal y pesca se distribuyen en 5.320.657 hectáreas (has) de las cuales sólo 2.697.370 has cuentan con actividad agropecuaria o forestal, es decir sólo el 50,4 por ciento de la superficie está destinada a dichas actividades (INEGI, 2011).

Respecto a la participación de la superficie agrícola en la superficie total de las unidades de producción se tiene que Jalisco tiene un aporte del 31,8 por ciento para uso agrícola; dicha superficie es ligeramente superior al promedio nacional con un de aporte de 26,6 por ciento en conjunto con las 32 entidades de la federación mexicana (INEGI, 2011).

De dicha participación total para la agricultura del estado de Jalisco el 88,7 por ciento está destinado a la agricultura de temporal (anual) y el restante a riego tecnificado. En términos de superficie por hectárea corresponden, al año en que se recogen los datos para la primera década del siglo XXI que: el total de superficie agrícola es de

1.694.487 hectáreas de las cuales 191.967 corresponden a riego y 1.502.520 a temporal al momento del procesamiento de la información censal en 2007 (INEGI, 2011).

En cuanto a las unidades de producción ganadera, comprende un total de cabezas en la entidad política se tiene que existen: 62.050 unidades de producción bovina, 25.085 equina, 15.209 porcina, 2.119 ovina, 6385 caprina, 51.284 de aves de corral. En cuanto al número de cabezas total por producción y por especie se tiene que: 1.931.546 cabezas corresponden al segmento bovino, 78.724 al equino, 989.779 al porcino, 296.030 al ovino, 80.728 al caprino y 49.853.357 al de aves de corral.

El agregado agrícola y pecuario se distribuye en 1.429 unidades de producción clasificadas en ejidos y comunidades agrarias de las cuales al momento de conteo censal se documentaron 1.425 unidades con actividad reciente. De las cuales el 95,6 por ciento tienen actividad agropecuaria, el 93,9 % con actividad pecuaria. Lo cual significa que en casi la totalidad de las unidades se comparten actividades agrícolas y pecuarias. Del total de unidades 1.007 cuentan con construcciones agropecuarias o algún tipo de equipamiento (Bodegas 55,7%, bordos de abrevadero o riego 56,1%, pozos para riego 26,2, baño garrapaticida 37.4%) (INEGI, 2011).

El sector agropecuario es uno de los sectores productivos que aporta efectos importantes al ambiente en todos los niveles, desde el ámbito local hasta el mundial (Steinfeld *et al.*, 2009), ya que las actividades que caracterizan al sector comprenden el uso de recursos naturales como el suelo y el agua, y el aire en forma directa e indirecta a través de prácticas e insumos asociados a la producción. No obstante, las actividades agrícolas y pecuarias han adquirido múltiples cambios tecnológicos, culturales y económicos asociados a una forma de vida globalizada, de libre mercado, donde los cambios de cultivo a productos más rentables y demandantes de recursos, aunado al cambio de vocación de suelos agrícolas a urbanos y de ecosistemas naturales a superficies de explotación agropecuaria que redefinen la escala y magnitud de los impactos ambientales que generan.

El sector agropecuario y su repercusión en la situación hídrica de Jalisco

La disponibilidad de agua per cápita en el año 2010 para la Región hidrológico-administrativa 8, Región Lerma-Santiago-Pacífico en donde se circunscribe Jalisco, ocupa el cuarto lugar en el país con menos disponibilidad, debido a la densidad

poblacional y a la acelerada inercia productiva. Con el crecimiento poblacional desde la década de los cincuenta del siglo XX y hasta la primera década del siglo XXI, existe una menor cantidad de agua que pone en estrés alto a dicha región (CONAGUA, 2011).

Hacia el año 2010, el estado de Jalisco tenía concesionado a través de la CONAGUA un volumen de 3170,7 hectómetros cúbicos (hm³) para la actividad agropecuaria (CONAGUA, 2011). Por otro lado, 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. La Tabla 1 representa la disponibilidad de las regiones hidrológico-administrativas en el estado.

Tabla 1. Disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos del estado de Jalisco (adaptado de CONAGUA, 2009)

CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
cifras en millones de metros cúbicos anuales							
1401 ^a	Atemajac	147,3	25,7	127,049903	159,7	0,000000	-5,449903
1403 ^b	Cajititlán	47,5	0,5	48,090467	37,7	0,000000	-1,090467
1404 ^c	Poncitlán	4,4	33,7	29,859586	25,9	0,000000	-0,559586
1449 ^d	Lagunas	178,7	3,0	78,282887	62,8	97,417113	0,000000
1450 ^e	San Isidro	64,2	19,6	43,059329	26,9	1,540671	0,000000
1451 ^f	Huejotitlán	9,6	0,0	6,717759	4,2	2882241	0,000000
1408 ^g	La Barca	67,0	2,8	102,169870	84,2	0,000000	-
							37,929870
1409 ^h	Ameca	277,3	20,9	154,952679	110,6	101,463321	0,000000
1410 ⁱ	Lagos de Moreno	196,0	0,0	133,976676	93,0	62,023324	0,000000
1414 ^j	Tepatitlán	41,1	0,2	34,054785	8,8	6,845215	0,000000
1417 ^k	Autlán	76,0	0,0	37,317404	19,0	38,682596	0,000000
1422 ^l	Encarnació n	63,0	0,0	105,967830	72,6	0,000000	-
							42,967830
1427 ^m	Puerto 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

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua (2009)

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 (2013) para dichos municipios, inclusive con el comportamiento del número de beneficiarios del programa de la SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) del Gobierno Federal denominado "PROCAMPO". A grande 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.

La información contenida en la Tabla 1 indica que los municipios circunscritos a los acuíferos con déficit no tienen posibilidades de expandir sus actividades agropecuarias, inclusive tienen un déficit de disponibilidad de agua. 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 dado que cuentan con contribuciones de agua superficial. Se trata de los acuíferos de Ameca y Lagos de Moreno; sin embargo, observando las estadísticas del cuadro 1, es notorio que en dichas zonas la recarga de mantos acuíferos es aun efectiva (CONAGUA, 2009).

Según indicadores de la CONAGUA que merecen analizarse, como el parámetro que indica un agua contaminada se encuentran en el intervalo de mayor a 30 y menor o igual 120 mg/L de DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno al quinto día). Dentro de los puntos de contaminación, se 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 infiere que la contaminación proviene principalmente de la actividad agropecuaria dados el tipo de contaminantes presentes en las aguas residuales. Los otros puntos correspondientes a los de Ixtlahuacán del Río y Tamazula de Gordiano, son probablemente ocasionados 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 (DBO₅ menor o igual a 30 mg/L).

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 Lerma-Santiago-Pacífico 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. En ese contexto existe el riesgo potencial de que algunos acuíferos sean sobreexplotados en el futuro, como sucede actualmente con algunos del estado de Jalisco (CONAGUA, 2009).

Impacto ambiental por actividades agropecuarias

Las actividades agropecuarias del estado de Jalisco son trascendentales en la economía local y nacional. Por consiguiente las afectaciones sobre agua, aire y suelo son directamente proporcionales, a la inercia productiva que mantiene a la entidad política para mantenerse en los primeros lugares de producción agropecuaria.

De acuerdo a los datos presentados por la Secretaría Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2012) el estado de Jalisco se ubica como productor principal nacional de maíz de grano de temporal con el 7,7% de la superficie y 13,8% de la producción total; como segundo productor nacional de caña de azúcar con el 9,6% de la superficie sembrada y el 11% de la producción; como segundo productor nacional de sandía de riego con el 9,3% de la superficie sembrada y 15,6% de la producción y en primer lugar como productor nacional de maíz forrajero de temporal con el 29,8% de la superficie sembrada y el 26,9% de la producción total. Los principales cultivos de riego, temporal y perennes, se indican en el Tabla 2.

Por la magnitud de su impacto, la ganadería es una de las actividades del sector agropecuario que origina más efectos ambientales en el estado. En este sentido se tiene que Jalisco conserva, al año 2010, el 1° lugar en producción avícola con una contribución a la producción nacional del 11 por ciento; el 2° en producción bovina y una contribución porcentual de 10,8; el 1° lugar en producción porcina y una contribución nacional de 18,9% (INEGI, 2013)

Tabla 2. Cultivos principales del estado de Jalisco

Volumen de Producción				
(miles de toneladas)				
	2008 ^a	2009	Var. Anual %	Lugar Nacional 2007
RIEGO				
Jitomate	108,7	122,4	12,6	4°
Maíz	248,1	231,2	-6,8	10°
Chile verde	63,9	76,7	20,0	6°
Trigo	179,4	165,7	-7,6	5°
Sandía	135,9	131,2	-3,5	2°
Maíz forrajero	590,9	774,8	31,1	3°
TEMPORAL				
Maíz	2.871,2	2.957,4	3,0	1°
Avena Forrajera	115,1	119,2	3,6	7°
PERENNES				
Caña de azúcar	6.202,7	6.251,9	0,8	2°
Mango	53,0	49,6	-6,4	9°
Agave	1.137,9	1.153,7	1,4	1°
Alfalfa verde	792,2	838,8	5,9	10°
Papaya	28,2	29,3	3,9	7°

Fuente: Elaboración propia con Cifras preliminares Estimaciones DGEAP (Dirección General de Estudios Agropecuarios y Pesqueros) con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP] de la SAGARPA (2014).

También hay que considerar los efectos indirectos de ciertas prácticas, ya que un elevado porcentaje de la producción mundial de cultivos se destina a la alimentación del ganado, que esos cultivos empujan fertilizantes minerales nitrogenados², en particular en el caso de cultivos de alta energía como el maíz. Por lo que las emisiones gaseosas procedentes de la elaboración de fertilizantes destinados a cultivos que alimentan ganado, deben considerarse dentro de las emisiones que produce la cadena alimentaria animal en su conjunto. El uso de combustibles fósiles en la fabricación de fertilizantes es el potencial responsable de la emisión de 41 millones de toneladas de CO₂ al año (Steinfeld *et al.*, 2009; FAO, 2003; FAO 2002).

² Aproximadamente el 97 por ciento de los fertilizantes nitrogenados derivan del amoníaco producido sintéticamente por medio del proceso Haber-Boch (Steinfeld *et al.* 2009; International Fertilizer Association [IFA] 2002).

Por otro lado, a escala mundial, y en forma directa, el ganado es la fuente antropogénica más importante de emisiones de metano que también contribuyen al calentamiento global. 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).

En la agricultura la fertilización de suelos ha cambiado el ciclo del Nitrógeno. Una parte importante del fertilizante aplicado en los campos agrícolas se convierte en formas de nitrógeno reactivo (NO o N₂O) 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 es muy persistente en la atmósfera dónde puede permanecer hasta 150 años. Además de su función en el calentamiento global, el N₂O también contribuye al agotamiento de la capa de ozono, que protege la biósfera de los efectos dañinos de las radiaciones solares ultravioletas (Bolin *et al.*, 1981).

La eficiencia del ganado para asimilar N es aún más baja y da lugar a un elevado nivel de desperdicios de N en todas las circunstancias. El nitrógeno entra en el ganado a través del pienso, que contienen de 10 a 40 gramos de N por kilogramo de materia seca (Steinfeld *et al.*, 2009). Agregando todas las especies pecuarias, Smil (1999) estimó que, a mediados de los años noventa, el ganado excretó unos 75 millones de toneladas de N en todo el mundo. Van der Hoek (1998) calcula que, a escala mundial, los productos pecuarios contenían en el año 1994 unos 12 millones de toneladas de N. Estas cifras sugieren una eficiencia de asimilación de solamente el 14 por ciento.

En el caso de los datos proporcionados por la SEMADET, respecto al tratamiento de residuos en granjas pecuarias, el mantenimiento del aseo, pese a que se reportan técnicas de recolección en seco de las excretas en las solicitudes para la obtención de licencias ambientales, la práctica común es utilizar agua a presión para la limpieza. Las granjas de mediano y gran tamaño que cuenta con la posibilidad de establecer sistemas de reciclado y tratamiento primario de aguas son escasas. No obstante, un tratamiento primario no es suficiente para la reutilización del recurso para el uso potable en el ganado y en algunos casos tampoco para el riego, debido a la concentración alta de nutrientes en dicha agua residual.

Los animales 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. 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).

La concentración de nitrógeno es más alta en el estiércol de cerdo (76,2 g N/kg peso seco), seguida de pavos (59,6 g/kg), gallinas ponedoras (49,0), ovejas (44,4), pollos para carne (40,0), ganado lechero (39,6) y ganado vacuno de carne (32,5). El contenido de fósforo es más alto en las gallinas ponedoras (20,8 g/P/kg peso seco), seguido de cerdos (17,6), pavos (16,5), ovejas (10,3) bovinos de carne (9,6) y ganado lechero (6,7) (Sharpley *et al.*, 1998 en Miller, 2001). En áreas de producción intensiva estas cifras dan como resultado una excesiva concentración de nutrientes que puede superar la capacidad de absorción de los ecosistemas locales y degradar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas (Hooda *et al.*, 2000).

A partir de estas prácticas, existen altas concentraciones de nutrientes en los recursos hídricos que 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, y excesivo crecimiento bacteriano en los sistemas de distribución.

Las condiciones de almacenamiento y aplicación del estiércol influyen en gran medida en la transformación biológica de los compuestos nitrogenados y los compuestos resultantes constituyen amenazas diferentes para el medio ambiente. En condiciones anaeróbicas los nitratos se transforman en N_2 inocuo (desnitrificación). Sin embargo, cuando el carbono orgánico es deficiente con relación al nitrato, la producción del subproducto N_2O nocivo se incrementa. Esta nitrificación por debajo del óptimo se presenta cuando el amoníaco viene lavado directamente del suelo hacia los recursos hídricos (Whitmore, 2000; Carpenter *et al.*, 1998).

Impactos a los cuerpos de agua: eutrofización y lixiviación de contaminantes

El agua constituye entre el 60 y el 70 por ciento del peso corporal y es esencial para que los animales mantengan sus funciones fisiológicas. El ganado satisface sus necesidades de agua por medio del consumo directo de agua potable, del agua contenida en las sustancias alimenticias y del agua metabólica producida por la absorción de nutrientes (Palas, 1986).

Una amplia variedad de factores interrelacionados determinan las necesidades de agua, 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 (Hutson *et al.*, 2004; Chapagain y Hoekstra, 2003). 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).

La lixiviación es otro mecanismo a través del cual se producen pérdidas de N en el agua. En su forma de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$ inorgánico), el nitrógeno tiene una gran movilidad en la solución del suelo y su lixiviación se produce fácilmente al agua subterránea o puede entrar en el flujo subsuperficial. El nitrógeno también puede llegar al agua por medio de la escorrentía (especialmente las formas orgánicas). Cuando se usa el estiércol como fertilizante orgánico, una parte significativa de las pérdidas de nitrógeno después de su aplicación está relacionada con la mineralización de la materia orgánica del suelo en un momento en el que no hay cultivo de cobertura (Gerber y Menzi, 2005; Hooda *et al.*, 2000).

En el sector pecuario se usan grandes cantidades de fármacos, principalmente antimicrobianos y hormonas. Una porción importante de los medicamentos utilizados no se degrada en el cuerpo del animal y termina en el ambiente. Se han identificado residuos de medicamentos, incluidos antibióticos y hormonas, en varios ambientes acuáticos como las aguas subterráneas, las aguas superficiales, y el agua de grifo (Morse y Jackson, 2003). Los animales pueden ser la fuente potencial de contaminación de esos ambientes acuáticos, en particular en los lugares donde se esparce estiércol en la tierra agrícola (Wallinga, 2002).

Por lo que 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).

A nivel local, los residuos más visibles en la actividad pecuaria son la generación de excretas, dados los volúmenes que se manejan, los olores que son claramente perceptibles en la comunidad y las formas de dar disposición a las mismas. Dado lo anterior, se calcularon los volúmenes de contaminantes de acuerdo a la composición química de las excretas, conforme a lo establecido en la literatura (Cobos *et al.*, 1988; Peláez *et al.*, 1999 y Vera *et al.* 1999). Se calcularon los montos base de excreta generados por las poblaciones bovinas, porcinas y aves en el estado de Jalisco al 2012, según cifras recabadas en las solicitudes de Licencia ambiental única (LAU) de la SEMADET. Es de remarcar que la cantidad producida de excretas varía básicamente por los siguientes factores: los ligados a las instalaciones y al equipo y los ligados al animal y al alimento (Dourmand, 1991).

Los contaminantes de mayor efecto tanto en aire, agua y suelo son el nitrógeno y el fósforo. Considerando que Jalisco ocupa los primeros lugares en la producción ganadera, así debe considerarse también que ocupa los primeros lugares en montos de contaminantes generados y de impacto ambiental. Hay que recordar que las aplicaciones excesivas de nitrógeno en el suelo pueden contaminar los ecosistemas, alterar su funcionamiento y causar daños a las comunidades de organismos vivos que estos albergan. Los montos totales de nitrógeno generados por los bovinos, porcinos y aves, considerando los montos totales de excretas con respecto a las cifras de SEMADET, alcanzan un monto total de 7.605.711 toneladas de nitrógeno y 3.331.306 toneladas de fósforo, respectivamente producidas por el monto total de cabezas de ganado descrito con anterioridad.

Un dato importante como tarea futura sería la revisión de los análisis de calidad de agua que reporta la Comisión Estatal de Agua de Jalisco. Con base en esos datos se puede corroborar la hipótesis que se plantea, que una fuente importante de contaminación de los mantos freáticos sería la actividad ganadera, debido al manejo inadecuado de las excretas. Sin embargo, la disposición y manejo adecuado del estiércol puede traer beneficios en actividades como la agricultura.

Por otro lado, la SEMADET actualmente permite que los productores declaren las aguas residuales del sector pecuario (es especial de las granjas porcícolas) como excretas líquida, lo cual es un vacío en la ley, debido a que la autoridad debería pedirle

al productor que se sujete a la NOM-001-SEMARNAT. Sin embargo, actualmente los productores de Jalisco utilizan el agua en las granjas como riego agrícola residual sin previo tratamiento, por lo que es un uso inadecuado. Las aguas residuales que son tratadas lo son de manera inadecuada, ya que no se alcanzan los niveles de degradación necesarios para destinarla al riego agrícola o la descarga a cuerpos de agua superficiales (arroyos, ríos y lagunas). Las consecuencias son 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.

En el mismo orden de ideas, la Comisión Estatal del Agua del estado de Jalisco (CEA) 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.

Respuesta del sector productivo ante requerimientos sobre el tratamiento del agua al interior de las unidades productivas

En lo concerniente a los 3.843,5 hm³ de volumen de agua destinado a los usos consuntivos del estado, las actividades agrícolas requieren del 72% de agua para la realización de sus actividades lo que corresponde a 2.983,8 hm³ (CONAGUA, 2011). La superficie sembrada mediante instrumentos mecanizados (uso de tractores, bordos, bombas pesticidas, etc.) al año 2010 según datos oficiales asciende a 1.248.458 de la cual 241.389 corresponde a riego y 1.007.069 a superficie de temporal (anual) distribuida en todo el territorio jalisciense. (SIAP, 2011) En cuanto al total de la superficie sembrada total que asciende a 1.592.094 hectáreas, de las cuales sólo 123.013 hectáreas cuentan con ayuda técnica tanto para los principales cultivos enunciados anteriormente como para otros.

De lo cual se infiere que el campo jalisciense a pesar de contar con cobertura en la ayuda mecánica para el proceso productivo, adolece de incentivos técnicos en gran parte de las unidades agrícolas. En trabajo de campo efectuado en unidades agropecuarias se manifestó por parte de los encargados de las unidades productivas que dicha situación se relaciona con la descentralización de infraestructura a los distritos de riego, ejidos y unidades a los usuarios y al abandono institucional que por tres décadas ha estado sometido el campo, sin ayuda del gobierno mediante

subvenciones y ante un mercado altamente competitivo y exigente, lo cual ocasiona rezago productivo e incapacidad de inversión en tecnologías tanto para la eficiencia productiva como para el cuidado ambiental.

En cuanto a las respuestas ofrecidas por este gremio, se destaca la conservación de cultivos tradicionales y la rotación sustentable de maíz, chile y frijol y temporadas de descanso del suelo. En cuanto a los nutrimentos y plaguicidas se realiza una observación continua de las normas oficiales mexicanas, aunque en visitas de campo se observó que en algunas unidades se hace uso de plaguicidas agresivos tanto para el ambiente como para la salud del humano que está en contacto directo; no se ejecutan cabalmente los procedimientos seguridad para la aplicación de agroquímicos o no se previenen contactos colaterales de dichas sustancias con cuerpos de agua. En casos particulares de agroindustrias, se opta por la introducción o cambio de patrones de cultivo hacia la introducción de cultivos altamente rentables en el mercado global.

La revisión efectuada a los archivos de SEMADET arrojó resultados inesperados respecto a las unidades pecuarias, estas declararon al 2012 que contaban con 3.564.495 cabezas de bovino, 6.568.286 de porcino y 89'291,554 aves para consumo declaradas ante la institución a efecto de obtener el debido permiso de operación. Dichos datos contrastan con los proporcionados por el informe perspectiva Jalisco al año 2007. Dado que estos últimos datos son significativamente mayores a los del 2007 se infiere que hubo un incremento significativo en la producción de ganado y con ello se intensifican los impactos ambientales descritos.

La gran mayoría de productores ganaderos declaró en la solicitud de su licencia única ambiental (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 (Rojas Ramírez y Vallejo Rodríguez, 2016).

Los productores que cuentan con lagunas de oxidación, tratamiento primario más un tratamiento aerobio, biodigestores u otro tipo de tratamiento son escasos. En visitas realizadas a granjas en las regiones Altos y Ciénaga al noreste del estado de Jalisco, 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 rastros optan por utilizar el agua residual tratada para riego agrícola. Esta práctica es inconveniente, dado que la materia orgánica, nitrito-nitratos, fósforo, microorganismos zoonóticos y parásitos multicelulares remanentes presentes en el agua residual contamina los cuerpos receptores de los efluentes de tratamiento. Otros rastros 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 financieros del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [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, las cuales por falta de conocimiento de acceso al financiamiento optan por no observar las normas ambientales hasta que inspección y vigilancia de SEMADET llega a realizar las observaciones.

Actualmente existen tratamientos adecuados para la disposición de las aguas residuales generadas en una granja. El tratamiento del 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 medio 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) y 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. Como parámetros principales a tener en cuenta al momento de realizar la caracterización se deben considerar: demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda Química de oxígeno (DQO), nitrógeno total kjendhl (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.

CONCLUSIONES

A través del presente artículo se da a conocer cómo las actividades agropecuarias inciden en la situación actual de los recursos hídricos y su correlación con el suelo y el aire en el estado de Jalisco, México. Los abatimientos de los mantos freáticos por las actividades agropecuarias son notorios, poniendo en riesgo la sustentabilidad de dicha actividad económica en el estado y la región occidente, tanto por el estrés ocasionado al recurso como a los efectos potenciales en suelo (como la desertificación y la transformación de suelos naturales a agrícolas) y la aportación de gases de efecto invernadero a la atmósfera. También se expone que los impactos ambientales generados por el sector agropecuario en Jalisco tienen una causa de origen focalizada en el espacio local y microregional, con repercusiones de tipo global.

Actualmente existen deficiencias evidentes a corregir por parte de las autoridades de los tres niveles de gobierno (local, estatal y nacional), de acuerdo a sus ámbitos de competencia y concurrencia, referentes al marco normativo aplicable al sector agropecuario en la región occidental de México. Sin embargo, el reto de las autoridades es convencer de manera consciente a los productores agropecuarios para que ajusten sus procesos de producción a las normativas ambientales y sanitarias vigentes.

Se han descrito los procesos de tratamiento a los que se someten los efluentes que proceden de la crianza de ganado. Aunque las aguas residuales de las granjas pueden ser tratadas de diversas formas, el principal obstáculo que se presenta es el financiero. Las granjas ganaderas en Jalisco son altamente productivas, sin embargo, se pone en peligro su productividad sino son atendidos los efectos e impactos ambientales generados.

Ante el desconocimiento de la gravedad de los efectos nocivos de las actividades agropecuarias por parte del sector productivo, es necesario que las instituciones de

gobierno encargadas de la regulación ambiental organicen la información referente al problema, a su operación institucional referente a la regulación de contaminantes y la difundan entre los productores con el fin de lograr la concientización de que hacer para mitigar dichos efectos a través de seminarios de educación ambiental; también deben darse a conocer las soluciones posibles a las problemáticas ambientales que existen actualmente.

Así también, en dichos foros deberían 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.

BIBLIOGRAFÍA

- Bolin, B., Crutzen, P. J., Vitousek, P. M., Woodmansee, R. G., Golberg, E. D. Cook, R. B. (1981). An overview of contributions and discussions at the SCOPE workshop on the interaction of biogeochemical cycles, Örsundsbro, Suecia, 25-30 mayo de 1981.
- Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., Smith, V. H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological applications*, 8(3), 559-568.
- Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products.
- Cobos Peralta, M. A. (1987). Evaluación nutricional de ensilados a base de estiércol, melaza y rastrojo de maíz en la alimentación de ovinos.
- Comisión Nacional del Agua. [CONAGUA]. (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de lagunas de estabilización. México D.F. Acceso: www.cna.gob.mx
- Comisión Nacional del Agua. [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.

- Comisión Nacional del Agua. [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>.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2014). Calidad de agua según indicador DBO5, Atlas Digital del Agua México 2012. Acceso a: http://www.conagua.gob.mx/atlas/mapa/25/index_svg.html (último acceso: enero 30 de 2014).
- De Anda, J., López López A., Gallardo J., Et. Al (2014). Diagnóstico Integral del Polígono de Fragilidad Ambiental (POFA) y su entorno 2012. CIAT EJ-COECYTJAL-CONACYT
- De Real, J., López A. (ed.). (2015). Modelos de gestión ambiental para los sectores productivos de Jalisco. Guadalajara, CIATEJ-CONACYT.
- Dourmand, J. Y. (1991). Maîtrise de la charge polluante des effluents des élevages porcins. *Journée Régionale EDE de Bretagne. Loudéac le, 20.*
- Environmental Protection Agency [EPA]. (2005). Global warming - Methane. Environmental protection Agency (EPA) (acceso: <http://www.epa.gov/methane/>, último acceso: mayo de 2014).
- Gerber, P., Menzi, H. (2006, July). Nitrogen losses from intensive livestock farming systems in Southeast Asia: a review of current trends and mitigation options. In *International Congress Series* (Vol. 1293, pp. 253-261). Elsevier
- Food and Agriculture Organization. [FAO]. (2002). Fertilizer use by crop. Informe conjunto FAO, IFA, IFDC, IPI, PPI. 5.ª edición. 45 pp.
- Food and Agriculture Organization. [FAO]. (2003). World agriculture: towards 2015/30. An FAO perspective, editado por J. Bruisnsma. Roma, FAO y London, Earthscan. www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/y4252e.pdf (13 de enero de 2014).
- Hooda, P. S., Edwards, A. C., Anderson, H. A., Miller, A. (2000). A review of water quality concerns in livestock farming areas. *Science of the Total Environment*, 250(1), 143-167.

- Hutson, S. S., Barbe, R., N. L., Kenny, J. F., Linsey, K. S., Lumia, D. S., Maupin, M. A. (2004). Estimated use of water in the United States in 2000. US Geological Survey Circular 1268, p. 46.
- International Fertilizer Association [IFA] (2002). Fertilizer indicators. 2.^a edición. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, París. p. 20 (Acceso: www.fertilizer.org/ifa/statistics/indicators/ind_reserves.asp, último acceso: mayo de 2014).
- Instituto Nacional de Estadísticas Geográficas e Informática [INEGI] (2011). Perspectiva-Jal. (2011). Perspectiva estadística del estado de Jalisco 2011. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (2013). Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos. Principales características del sector en 2011 según producción agrícola. Acceso a: <http://sc.inegi.org.mx/sistemas/cobdem/resultados.jsp?w=35&Backidhecho=561&Backconstem=50&constembd=165> (último acceso: enero 30 de 2014).
- Luke, G. J. (1987). Consumption of Water by Livestock Resource Management Technical Report No. 60.
- Miller, J. J. (2001). Impact of intensive livestock operations on water quality. In *Proc. Western Canadian Dairy Seminar* (Vol. 13, pp. 405-416).
- Morse, A., Jackson, A. (2003). *Fate of a representative pharmaceutical in the environment*. Final report to Texas Water Resources Institute.
- National Research Council. (1981). *Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals*. National Academies Press.
- Organization for Economic Co-operation and Development . [OCDE] (2003) *Environmental Indicators. Development, Measurement and Use*. Paris, France.
- Palas, P. H. (1986). Water for animals. Land and Water Development Division, FAO (acceso en www.fao.org/docrep/R7488E/R7488E00.htm. Último acceso: enero 15 de 2013).
- Peláez, C. (1999). Gallinaza: materia prima en proceso de compostación. *Revista Avicultores. Colombia*, 53, 18-32.

- Rojas Ramírez, J. J. P., Vallejo Rodríguez, R. (2016). Las actividades ganaderas en Jalisco, México: cumplimiento ambiental de tratamiento de residuos sólidos y líquidos presentado por el sector productivo ante las instituciones ambientales. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 39.
- Secretaría Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (2012). Anuario estadístico de la producción agrícola. Cierre de la producción agrícola por estado. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Acceso a: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Sharpley, A., Meisinger, J. J., Breeuwsma, A., Sims, J. T., Daniel, T. C., Schepers, J. S. (1998). Impacts of animal manure management on ground and surface water quality. *Animal waste utilization: effective use of manure as a soil resource*, 173-242.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], (2011). Datos de producción agropecuaria 2011. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Smil, V. (1999). Nitrogen in crop production: An account of global flows. *Global biogeochemical cycles*, 13(2), 647-662.
- SMITH, B.E. (2002). Nitrogenase reveals its inner secrets. *Science*, 297(5587): 1654-1655.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., De Haan, C. (2009). *La larga sombra del ganado: Problemas ambientales y opciones*. FAO
- Van Der Hoek, K. W. (1998). Nitrogen efficiency in global animal production. *Environmental Pollution*, 102: 127-132.
- Vera, F. D., Caballero A. M., Garza F. R. (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.
- Wallinga, D. (2002). Antimicrobial use in animal feed: an ecological and public health problem. *Minnesota medicine*, 85(10), 12-16.
- Whitmore, A. P. (2000). Impact of livestock on soil. *Sustainable Animal Production*.