

LA CONTAMINACIÓN AGRÍCOLA DEL AGUA EN MÉXICO: RETOS Y PERSPECTIVAS

*Alonso Aguilar Ibarra**
*Rosario H. Pérez Espejo***

Fecha de recepción: 12 de junio de 2007. Fecha de aceptación: 20 de noviembre de 2007.

El problema

El sector agropecuario¹ es el principal usuario del agua en la mayor parte del mundo, así como el mayor generador de contaminación difusa. La extracción promedio de agua dedicada al riego agrícola es de 70%, con extremos que van de 3% en Finlandia a 92% en India (World Resources Institute, 2003). En México, el sector agropecuario usa 78% del agua extraída. La contaminación difusa o no puntual se refiere a las descargas que se generan sin que se conozca dónde se originaron, quién fue el responsable de la contaminación, ni cuánto contribuyó a ésta. Se estima que un alto porcentaje de la polución de los cuerpos de agua se origina en las actividades agropecuarias; por ejemplo, dos terceras partes del nitrógeno en el agua provienen de este sector: un tercio corresponde a desechos animales y otro tanto a la escorrentía de agroquímicos procedente de los cultivos (Lacroix y Balduchi, 1995: 923). Esto significa que los países con las mayores superficies dedicadas a la agricultura y la ganadería tendrán mayor riesgo de generar contaminación difusa.

En México se desconoce el impacto del sector agropecuario en los recursos hídricos porque no hay información oficial sobre las fuentes de contaminación del agua

* Investigador de la Unidad en Economía y Medio Ambiente del Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. Correo electrónico: aaibarra@correo.unam.mx.

** Investigadora de la Unidad en Economía y Medio Ambiente del Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. Correo electrónico: espejo@servidor.unam.mx.

Este estudio fue parcialmente financiado por el programa PAPIIT-UNAM (Contrato núm. IN305107). Los autores agradecen las observaciones de tres revisores anónimos y el apoyo en el manejo de la información por Alethya Jara Durán, Andrea Santos Baca y Aimé Uranga Alvarado.

¹ Se utilizarán los términos agrícola —que suele incluir a la ganadería— y agropecuario indistintamente.

y porque la que existe sobre empleo de insumos contaminantes, como fertilizantes y pesticidas, data de 1991.² A partir de esta información sabemos que, por ejemplo, en Guanajuato —uno de los estados más importantes por el peso de las actividades agropecuarias— en ese año se utilizaban 50 diferentes tipos de agroquímicos, de los cuales nueve eran fertilizantes, dos fungicidas, 16 herbicidas y 23 insecticidas diversos, sustancias que indudablemente repercutían en la calidad del suelo y del agua. La falta de seguimiento en este tipo de información no ha permitido cuantificar este impacto.

Con base en el monitoreo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, la Comisión Nacional del Agua (CNA), dependencia encargada del cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales en México, señala que en 2006 el agua en México tenía 17.6% de calidad aceptable, 11.3% estaba contaminada y 5.4% fuertemente contaminada. De forma extraoficial, la CNA reconoce que las descargas de la agricultura, la deforestación y un mal manejo de la basura ocasionan 70% de la contaminación de los cuerpos de agua en nuestro país.

Los retos del control de la contaminación agrícola

El control de las descargas no puntuales agrícolas enfrenta problemas de tipo metodológico, técnico y político, que ocasionan, incluso en países desarrollados, que las actividades agrícolas no estén reguladas apropiadamente y que en la actualidad las prácticas productivas en este sector sean las principales responsables de la contaminación difusa del agua (Shortle *et al.*, 2001:12-17). Las investigaciones iniciales acerca de descargas difusas (Griffin y Bromley, 1982; Shortle y Dunn, 1986; Segerson, 1988) señalaban que los instrumentos económicos óptimos (*first best* en inglés) que tradicionalmente eran empleados para controlar las descargas puntuales no se podían aplicar a las difusas, porque éstas no son observables ni cuantificables a costos razonables, no es posible identificar al responsable de la descarga y, por tanto, no se pueden monitorear. La aplicación de instrumentos óptimos para el control de la contaminación no puntual requeriría de una cantidad de información que por lo regular no está disponible y supondría costos de transacción y de observancia obligatoria más elevados.

² La única referencia disponible sobre la utilización de insumos agroquímicos en México es la del Censo Agropecuario de 1991 que recabó información en el ámbito nacional por unidad de producción. En la actualidad, el INEGI lleva a cabo el Censo Agropecuario 2007 con lo que se podrán comparar, eventualmente, las diferencias en el uso de agroquímicos y las prácticas agrícolas en México con las de hace 16 años.

La contaminación difusa se caracteriza por dos problemas de información imperfecta: uno es la relación agente-principal y otro es la estocasticidad. El primero tiene dos manifestaciones: el riesgo moral y la selección adversa. El riesgo moral significa que el nivel en el que se observan las concentraciones ambientales y en el que el contaminador lleva a cabo la mitigación no coinciden, por lo que este último evita ponerlas de manifiesto. Medir las evidencias observables como son los insumos o las concentraciones ambientales tampoco garantiza un vínculo confiable entre éstas y las emisiones no observables individuales (Xepapadeas, 1997:137-138). La selección adversa se refiere a que la autoridad carece de información sobre el comportamiento de los contaminadores. En cuanto al segundo problema de información imperfecta, hay un elemento estocástico presente porque las emisiones difusas dependen de la variabilidad asociada al clima, al contexto económico-geográfico y a otros procesos aleatorios como son el transporte y el destino de los contaminantes (Horan *et al.*, 1998:195-196). Por estas razones, el manejo de la calidad del agua opera en un mundo de instrumentos subóptimos (*second best* en inglés), pues la aplicación práctica de instrumentos costo-efectivos representa un reto enorme, incluso en naciones desarrolladas.

En los países desarrollados se ha diseñado un conjunto de mecanismos para el control de las descargas no puntuales; por ejemplo, Horan y Shortle (2001:22) proponen aplicar una combinación de distintos tipos de instrumentos a las prácticas productivas, de manera que se cumpla con tres condiciones: que las herramientas estén relacionadas con las condiciones ambientales, que se puedan hacer cumplir y que estén en posibilidades de monitorear en tiempo y espacio. También se han propuesto incentivos económicos (impuestos y subsidios) sobre insumos y productos, y normas sobre insumos y procesos. Los incentivos basados en el mercado, esto es, el comercio entre fuentes puntuales y no puntuales (incluyendo emisiones e insumos contaminantes), pueden constituir un método alternativo para controlar las descargas difusas (Horan y Shortle, 2001:59). No obstante, el mercadeo de permisos de emisión entre fuentes puntuales y no puntuales, en una base de uno a uno, puede ser difícil debido a la heterogeneidad y estocasticidad natural de las descargas difusas y a los escollos de su observancia obligatoria (Horan y Ribaud, 1999:1031). Un aspecto clave en la reducción costo-efectiva de la contaminación agrícola del agua es que existe evidencia empírica (Helfand, 1995; Lacroix, *et al.*, 2005) de que se puede lograr al disminuir el uso de agua para riego, pues ésta, como insumo, está altamente correlacionada con la escorrentía (Young, 2005:190). Sin embargo, Yúnez Naude y Rojas Castro (2007) estiman que rebajar la disponibilidad de agua para riego en regiones del norte de México afectaría negativamente tanto la producción agrícola como a los hogares rurales.

Los retos que significan el diseño, aceptación y puesta en marcha de instrumentos económicos y reglamentarios para las descargas no puntuales agrícolas y ganaderas han conducido a numerosos países a optar por medidas de tipo voluntario que puedan inducir a los agricultores a cambiar algunas prácticas agrícolas que resultan nocivas para el ambiente. El enfoque de cumplimiento voluntario combina la persuasión pública con la asistencia técnica y la educación para motivar y facilitar la adopción de medidas de control. Entre los instrumentos más utilizados de la política voluntaria están las Buenas Prácticas de Manejo de Estados Unidos (EU) y las Medidas Agroambientales de Europa. Una limitante de los acuerdos voluntarios es que, por lo menos a corto plazo, no han inducido los cambios necesarios en el comportamiento de los contaminadores que llevara, por ejemplo, a la reducción de nitratos en el caso de Europa (Lacroix *et al.*, 2005:124). Tampoco en otras partes del mundo (Valle de San Joaquín, California) se ha podido demostrar que el programa de Buenas Prácticas de Manejo redujera la contaminación (Young y Karkoski, 2000). Sólo cuando las medidas voluntarias se combinan con incentivos económicos puede haber resultados positivos, pues la búsqueda de beneficios siempre priva sobre las prácticas ambientales amigables, a menos que éstas produzcan ganancias (Horan *et al.*, 2001:82).

Los retos de los países en desarrollo

Como se ha señalado, en los países industrializados ha sido sumamente difícil controlar las descargas de la agricultura; en naciones “emergentes”, como México, la situación es todavía más compleja por las limitaciones inherentes a su aún escaso nivel de desarrollo. Entre ellas:

1. La debilidad de las instituciones, que se puede interpretar como la falta de coordinación entre las dependencias involucradas en la producción agrícola y las ambientales, entre los diferentes niveles de gobierno y entre los sectores público, privado y la sociedad civil.
2. La enorme heterogeneidad de los sectores agrícolas: grandes productores dirigidos al mercado de exportación en un extremo y agricultura de subsistencia en el otro.
3. La falta de información básica respecto a la presencia y niveles de contaminantes en los cuerpos de agua.
4. La escasa certidumbre en la eficiencia de instrumentos y medidas diseñadas y aplicadas en contextos totalmente distintos.
5. El poder político de algunos grupos de productores agrícolas que se oponen a ser regulados ambientalmente.

En varios países en desarrollo los problemas de deterioro del ambiente y de la calidad de vida, así como los esfuerzos para superarlos tienen décadas de estar presentes. Sin embargo, el principal es que para las economías en desarrollo el crecimiento económico tiene prioridad sobre la calidad ambiental.³ Aunque, posponer las inversiones en el mejoramiento de la calidad del agua puede traer consigo mayores costos y es la población más pobre la que sufre las consecuencias más severas de la degradación ecológica (Perkins, 2003:178; Reddy y Behera, 2005:16-17). Adaptar instrumentos económicos y estándares de países desarrollados requiere de sociedades con un alto grado de educación, personal capacitado y una industria competente y con fines claros, factores que no se encuentran en todos los países en desarrollo.

En el caso de la contaminación por descargas difusas, las prácticas agrícolas tienen que orientarse hacia formas más sostenibles de uso del suelo y agua; pero ello supone un desafío enorme, incluso para países desarrollados, porque los productores generalmente no están dispuestos a cambiar sus prácticas a menos que obtengan alguna ventaja económica (Barbier y Bishop, 1995). El enfoque de manejo integrado de los ecosistemas acuáticos y sus cuencas correspondientes tiene que ir más allá de los usos que se den al agua, para que incluya la restauración del ecosistema y la planeación del uso del suelo en toda la cuenca (Postel y Thompson, 2005:106).

Un punto central para poner en marcha instrumentos de manejo es contar con arreglos o con un marco institucional adecuado (Saleth y Dinar, 2004:302-328; Reddy y Behera, 2005:15-17); sin embargo, los cambios institucionales pueden desembocar en situaciones no previstas, y los costos y el tiempo para lograr esas transformaciones pueden ser considerables; por tanto, cualquier modificación debe sopesarse contra costos de aplicación (Magette, 2000:15; Shortle *et al.*, 2001:12-17). En ocasiones, la consolidación y el empoderamiento de las instituciones existentes podrían ser una manera costo-efectiva para lograr el control de la contaminación del agua sin cambios radicales en el corto plazo (Hettige *et al.*, 1996: 1902). De cualquier forma, como señalan Saleth y Dinar (2004:35-36), los beneficios de un arreglo institucional requieren de cierto tiempo para que se perciba en la práctica.

³ V. Urquidi (1994:52) cita el caso del delegado del Brasil a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Humano realizada en Suecia en 1972, para el cual “la contaminación sería bienvenida porque significaba industrialización”. Muchos años después, en la “Consulta de Expertos sobre Políticas de Producción Pecuaria y Ordenación de los Recursos Naturales”, realizada en Brasil y organizada por la FAO, el ministro de Agricultura brasileño planteó que su país “no sería el jardín del mundo y que emplearían sus recursos naturales para desarrollarse”.

Un cambio verdadero hacia la calidad del agua depende, por tanto, de la calidad de la información que se recibe de las autoridades, pero también de la experiencia, las evidencias históricas y el nivel de educación de la población (Hettige *et al.*, 1996:1902). El tema es controvertido porque las prioridades de grandes sectores de la población en los países en desarrollo se dirigen más hacia las actividades económicas para la supervivencia, que a las de conservación ambiental; muchas veces se ignora el problema y aun cuando se sabe que existe, o no se entienden sus consecuencias (Barbier y Bishop, 1995:133), o la limitada organización de la sociedad impide que se tengan demandas para corregir el deterioro ambiental (Pargal y Wheeler, 1996:1325-1326).

Retos legales y normativos

La política de control de la contaminación no puntual agrícola y los diversos programas que de ella derivan tienen fundamento en leyes generales y federales y en programas de tipo sectorial. En EU, por ejemplo, importantes programas de conservación del suelo y de control de contaminación del agua parten de las leyes agrícolas (*Farm Bill*) y del agua (*Water Clean Act*) y se hacen operativos en una amplia estructura institucional federal, estatal y por condados creada para el apoyo y gestión de dichos programas.

En México, la primera ley ambiental, la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, se publica en 1971 y su gestión queda en el ámbito de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Dos años más tarde se expide el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas⁴ en el que las descargas de aguas residuales se regulan fijando límites máximos para la demanda química de oxígeno, los sólidos suspendidos totales y el volumen de agua descargado. Estos límites revelaban la preocupación por la contaminación puntual de las aguas residuales, por lo regular muy diluidas, provenientes de actividades urbano industriales. Ni la ley ni su reglamento tomaron en cuenta el deterioro que provocan las descargas altamente concentradas de materia orgánica de la ganadería y de varios giros agroindustriales y las descargas difusas de la agricultura.

No es sino a partir de 1988, con la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA), que la lucha por frenar la contaminación del agua —y no sólo las características de su aprovechamiento— pasa a ser un capítulo importante en la legislación mexicana. Este propósito se refrenda

⁴ Derogado en 1994.

en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) de 1992,⁵ en la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (LFDMA) de 1991 y en la Ley Federal de Metrología y Normalización (LFMN) de 1992. El marco jurídico que norma el problema de contaminación del agua aún tiene vacíos en el nivel de reglamentación y no resuelve de manera clara la asignación de responsabilidades en los diversos niveles de la administración pública.

Además de las leyes generales mencionadas, las 32 entidades de la república cuentan con leyes ambientales (o ecológicas) y con leyes de aguas, pero sólo algunos de los 2,438 municipios han elaborado un reglamento ambiental. En el ámbito federal, la autoridad y la administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes y la vigilancia del cumplimiento de la LGEEPA en materia de agua, se ejercen por medio de la Comisión Nacional del Agua, órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En el ámbito estatal, las dependencias que están a cargo de la política ambiental no tienen una figura jurídica homogénea; en algunos estados esta función la tiene una secretaría (primer nivel administrativo), en otros una subsecretaría (segundo nivel), puede ser una dirección general (tercer nivel) e incluso un instituto.

En nuestro país, como en la mayor parte del mundo, la política ambiental parte del enfoque regulatorio, es decir, en un conjunto de normas obligatorias que se diseñan y ponen en marcha bajo los lineamientos de la LFMN. En el tema de contaminación del agua, las 44 normas técnicas elaboradas durante la década de los setenta y hasta mediados de los noventa, que regulaban las descargas de aguas residuales de diversos giros económicos, fueron sustituidas por dos normas oficiales mexicanas: la Norma Oficial Mexicana-001-SEMARNAT-1996 (NOM-001) y la Norma Oficial Mexicana-002-SEMARNAT-1996 (NOM-02). Los argumentos subyacentes en este cambio de enfoque fueron tanto de tipo técnico como administrativo; se adujeron falta de equidad, porque las empresas que descargaban a un mismo cuerpo de agua enfrentaban normas con diferentes límites permisibles de contaminantes que no tomaban en cuenta las características y la capacidad de dilución del cuerpo de agua, y la falta de eficiencia porque la autoridad encargada de la vigilancia de las normas, la CNA, carecía de los recursos para monitorear reglamentaciones tan diferentes.

Estas normas tienen como objetivo preservar la calidad de los cuerpos de agua y posibilitar el reuso del agua residual; entonces establecen límites máximos permisibles

⁵ Modificada y adicionada en 2004.

para 20 parámetros de contaminación para las descargas en aguas y terrenos de la nación (NOM-001) y en la red de alcantarillado público (NOM-002). Son normas genéricas que regulan el cuerpo receptor (entre los cuales se encuentra el suelo para riego agrícola) y el reuso del agua residual para uso público urbano, riego agrícola o protección de la vida acuática; son graduales con fechas de cumplimiento a los años 2000, 2005 y 2010. Las NOM-001 y 002 son un mecanismo típico de internalización del costo ambiental para las descargas puntuales que en el ámbito de las actividades agropecuarias sólo se pueden aplicar a las granjas porcinas y a los establos lecheros.

Aunque la LFMN señala que las normas oficiales mexicanas se deben revisar cada cinco años, a 10 años de su puesta en marcha la NOM-001 no se ha revisado ni se ha evaluado su eficiencia en el mejoramiento de la calidad del agua. El único trabajo de análisis del funcionamiento de la NOM-001 se refiere a las granjas porcinas (Pérez Espejo, 2002 y 2006a; b) y señala que su aplicación presenta los siguientes problemas:

- i. La NOM-001 evalúa los parámetros de contaminación en términos de concentraciones y éstos tienen una gran variabilidad en actividades sujetas a la incertidumbre de la naturaleza.
- ii. Para comprobar que una granja está cumpliendo con la norma se requiere analizar el agua residual; estos análisis son costosos y sus resultados no son suficientemente confiables para imponer sanciones o cobrar un derecho.
- iii. La NOM-001 es un instrumento sensible a las economías de escala; ello la hace regresiva porque, en términos relativos (por unidad de producción animal en el caso de la porcicultura), les es más costoso cumplir con la norma a los pequeños poricultores que a los medianos y grandes.

El estudio arriba citado muestra que la porcicultura ha internalizado parte del costo ambiental invirtiendo en sistemas de tratamiento y ha pagado derechos pero por causas administrativas y no por falta de cumplimiento técnico, pues éste prácticamente no se vigila. Sin embargo, sería sumamente difícil que esta actividad pudiera cumplir con la NOM-001, puesto que el análisis costo-beneficio que la sustenta supone un tratamiento secundario para que la norma sea viable económicamente y la porcicultura, como otras actividades primarias, requiere un tratamiento terciario para no rebasar los límites de los contaminantes.

El esquema regulatorio representado por la NOM-001 y la NOM-002 muestra tres problemas fundamentales:

1. Escasa vigilancia y cumplimiento (*enforcement*) porque la autoridad responsable carece de los recursos humanos y financieros para llevar a cabo esas acciones.
2. Falta de sustento técnico porque la mayoría de los cuerpos de agua no cuenta con estudios de caracterización (conocidos como Declaratorias de Cuerpos de Agua que elabora y publica la CNA).
3. Ineficiencia administrativa por el hecho de que la autoridad encargada de la gestión del agua es la misma que vigila el cumplimiento de las normas.⁶ Las medidas directas como la NOM-001 y la NOM-002 han tenido éxito en el control de la contaminación del agua en países donde el cumplimiento normativo va acompañado de programas de educación, asistencia técnica y financiamiento, y donde las instituciones tienen capacidad para vigilar su cumplimiento.

Las descargas difusas, al tener características particulares y distintas a las descargas puntuales, se rigen por un marco reglamentario diferente que incluye a la LGEEPA, así como a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable del año 2000 y a la Ley General para la Gestión Integral de los Residuos de 2003; pero con excepción del Programa de Servicios Hidrológicos establecido en 2003, estas disposiciones de tipo general no se han traducido en programas o disposiciones reglamentarias específicas. Las descargas agrícolas que según el Artículo 120 de la LGEEPA están sujetas a regulación federal o local, en la práctica carecen de programas y normas específicos.

En conclusión, el control de la contaminación agrícola del agua en México requiere de un marco legal y regulatorio de mayor precisión y de medidas de política ambiental que hagan operativas las disposiciones jurídicas. Pero emitir leyes y establecer normas de calidad del agua no es suficiente para controlar su contaminación; son necesarios incentivos económicos positivos que premien el cumplimiento y negativos que castiguen el incumplimiento, así como programas de educación, de asistencia técnica y de extensión. Es indispensable sujetar los apoyos de programas como los de Alianza para el Campo, al cumplimiento de la normatividad ambiental, tal como lo establecen las reglas de operación y analizar los efectos ambientales de programas como Procampo. Se requiere voluntad política y que la autoridad cumpla y haga cumplir las leyes.

⁶ El cumplimiento de las leyes y las normas ambientales corresponde a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), con excepción del recurso agua cuya vigilancia corresponde a la CNA, que funge como juez y parte en este tema.

Bibliografía

- Barbier, Edward B. y Joshua T. Bishop, "Economic values and incentives affecting soil and water conservation in developing countries", en *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 50, núm. 2, Ankeny, Soil and Water Conservation Society, 1995, pp. 133-137.
- Griffin, Ronald C. y Daniel W. Bromley, "Agricultural runoff as a nonpoint externality: a theoretical development", en *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 64, núm. 3, Columbus, American Agricultural Economics Association, 1982, pp. 547-552.
- Helfand, Gloria E., "Alternative Pollution Standards for Regulating Nonpoint Source Pollution", en *Journal of Environmental Management*, vol. 45, núm. 3, Amsterdam, Academic Press, 1995, pp. 231-241.
- Hettige, Hemamala, Mainul Huq, Sheoli Pargal y David Wheeler, "Determinants of pollution abatement in developing countries: evidence from South and Southeast Asia", en *World Development*, vol. 24, núm. 12, Amsterdam, Elsevier, 1996, pp. 1891-1904.
- Horan, Richard D. y Mark Ribaudó, "Policy objectives and economic incentives for controlling agricultural sources of nonpoint pollution", en *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 35, núm. 5, Middleburg, American Water Resources Association, 1999, pp. 1023-1035.
- _____, y James S. Shortle, "Environmental instruments for agriculture", en James S. Shortle y David G. Abler (ed.), *Environmental Policies for Agricultural Pollution Control*, Wallingford y Nueva York, CABI Publishing, 2001, pp. 19-65.
- _____, James S. Shortle y David G. Abler, "Ambient taxes when polluters have multiple choices", en *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 36, núm. 2, Amsterdam, Elsevier, 1998, pp. 186-199.
- _____, Mark Ribaudó y David G. Abler, "Voluntary and indirect approaches for reducing externalities and satisfying multiple objectives", en James S. Shortle y David G. Abler (ed.), *Environmental Policies for Agricultural Pollution Control*, Wallingford y Nueva York, CABI Publishing, 2001, pp. 67-84.
- Lacroix, Anne y Francois Balduchi, "Le traitement des nitrates de l'eau potable. Bilan économique et perspectives", en *Techniques Sciences Méthodes*, núm. 12, París, Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement, 1995, pp. 923-929.
- _____, Nicolas Beaudoin y David Makowski, "Agricultural water nonpoint pollution control under uncertainty and climate variability", en *Ecological Economics*, vol. 53, núm. 1, West Allis, International Society for International Economics, 2005, pp. 115-127.
- Magette, William, "Controlling agricultural losses of pollutants to water and air. Are we helping the farmer enough?", en *9th Workshop of the Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture*, Roma, Organización para la Alimentación y la Agricultura, 2000, 15 pp.
- Pargal, Sheoli y David Wheeler, "Informal regulation of industrial pollution in developing countries: evidence from Indonesia", en *Journal of Political Economy*, vol. 104, núm. 61, Chicago, University of Chicago Press, 1996, pp. 1314-1327.
- Pérez Espejo, Rosario Haydee, "El costo ambiental en las granjas porcinas en La Piedad, Michoacán, México", en *Revista Estudios Agrarios*, vol. 21, Procuraduría Agraria, 2002, pp. 5-13.
- _____, "Costs of the wastewater standard in pig production in Mexico", en *Environment, Development and Sustainability*, vol. 8, núm. 3, Nueva York, Springer, 2006a, pp. 391-411.
- _____, Rosario Haydee, *Granjas porcinas y medio ambiente. La contaminación del agua en La Piedad, Michoacán, México*, México, Plaza y Valdés, UNAM, SEMARNAT, 2006b, 201 pp.
- Perkins, Richard, "Environmental leapfrogging in developing countries: A critical assessment and reconstruction", en *Natural Resources Forum*, vol. 27, núm. 3, Malden, Blackwell Publishing, 2003, pp. 177-188.
- Postel, Sandra L. y Barton H. Thompson, "Watershed protection: capturing the benefits of nature's water supply services", en *Natural Resources Forum*, vol. 29, núm. 2, Malden, Blackwell Publishing, 2005, pp. 98-108.

- Reddy, Ratna V. y Bhagirath Behera, "Impact of water pollution on rural communities: an economic analysis", en *Ecological Economics*, vol. 58, núm. 3, Amsterdam, Elsevier, 2005, pp. 520-537.
- Saleth, R. Maria y Ariel Dinar, *The institutional economics of water: A cross-country analysis of institutions and performance*, Cheltenham y Northampton, Banco Mundial y Edward Elgar, 2004. pp. 23-45; 302-328.
- Segerson, Kathleen, "Uncertainty and incentives for non-point source pollution", en *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 15, núm. 4, Amsterdam, Elsevier, 1988, pp. 87-98.
- Shortle, James S. y James W. Dunn, "The relative efficiency of agricultural source water pollution control policies", en *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 68, núm. 3, Milwaukee, American Agricultural Economics Association, 1986, pp. 668-677.
- _____, David G. Abler y Mark Ribaudó, "Agriculture and water quality: the issues", en James S. Shortle y David G. Abler (ed.), *Environmental Policies for Agricultural Pollution Control*, Wallingford y Nueva York, CABI Publishing, 2001, pp. 1-18.
- Urquidí, Víctor, "Economía y medio ambiente" en *La diplomacia ambiental: México y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, México, Secretaría de Relaciones Exteriores, 1994, pp. 52.
- World Resources Institute, *Water withdrawals: percent used for agricultural purposes*, URL: <http://earthtrends.wri.org>, 2003.
- Xepapadeas, Anastasios, *Advanced principles in environmental policy*, Cheltenham, Edward Elgar, 1996, 321 pp., pp. 136-168.
- Young, Robert A., *Determining the economic value of water: concepts and methods*, Washington, DC, Resources for the Future Press, 2005, pp 161-221.
- Young, Terry F. y Joe Karkoski, "Green evolution: are economic incentives the next step in nonpoint source pollution control?", en *Water Policy*, vol. 2, núm. 3, London, International Water Association, 2000, pp. 151-173.
- Yúnez Naude, Antonio y Luis Gabriel Rojas Castro, "Perspectivas de la agricultura mexicana ante reducciones en la disponibilidad de agua para irrigación: un enfoque de equilibrio general", en Hilda Guerrero García Rojas, Antonio Yúnez Naude y Josué Medellín-Azuara (coord.), *El agua en México: implicaciones de las políticas de intervención en el sector*, México, FCE, 2007, en prensa.

