

El uso de aguas residuales en
la agricultura en México

The waste water use in
agriculture in Mexico

L'utilisation d'eaux résiduelles
dans l'agriculture au Mexique

Diosey Ramón Lugo-Morin*

* Doctor en Ciencias por el Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. Carretera Federal México-Puebla. Km. 125.5. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla 72760. México. Correo electrónico: morin@colpos.mx

Resumen

Este ensayo es una aportación teórica cuyo objetivo es dar una aproximación al estado del arte del uso de las aguas residuales en la agricultura, como una práctica que se está intensificando en la reconfiguración territorial del espacio mexicano; se valora un conjunto de elementos que parten de la vinculación rural/urbano y se extienden al campo. Se concluye que como parte de la actual crisis del modo de producción capitalista, se vislumbra una práctica agrícola, que tiene un sostenido crecimiento con previsibles consecuencias negativas para el ser humano y para el medio ambiente y en un marco más amplio compromete la sustentabilidad de las ciudades.

Palabras clave autor: agricultura de riego, agua residual, ciudad, México.

Palabras clave descriptores: cultivos de regadío, México, Uso de aguas residuales, riego con aguas residuales.

Abstract

The essays it is theoretical contribution whose objective is to give an approach to the state-of-art the use of waste waters in agriculture like a practice that this intensifying in the territorial reconfiguration of the Mexican space, values a set of elements that leave from the rural/urbane entailment and they extend to the Mexican field. It was concluded that like part of the present crisis of the way of capitalist production, an agricultural practice glimpses, that has a slow one and sharp foreseeable growth with negative consequences to the human being and the environment and in a ampler frame jeopardizes the sustainability of the cities.

Key words author: Irrigation agriculture, waste water, city, Mexico.

Key words plus: Irrigation Farming, Waste water use, Sewage irrigation, Mexico

Résumé

Cet essai dans une contribution théorique dont l'objectif est de donner un rapprochement à l'état de l'art de l'utilisation des eaux résiduelles en agriculture comme un pratique qui s'intensifie dans la reconfiguration territoriale de l'espace mexicain, on évalue un ensemble d'éléments qui partent du lien rural/urbain et ils sont étendus au domaine mexicain. On conclut que comme une partie de l'actuelle crise du mode de production capitaliste, on aperçoit une pratique agricole, qui a un lent et soutenu croissance avec prévisible des conséquences négatives à être humain et l'environnement et dans un cadre plus vaste compromet la viabilité des villes.

Mots clé : agriculture d'irrigation, eau résiduelle, ville, Mexique.

Introducción

La dinámica económica actual ha originado una reorganización del espacio rural producto de la lógica capitalista. Los factores que intervienen en la dinámica de cambios de la organización y la lógica territorial son, entre otros: nuevos patrones de consumo, un nuevo paradigma tecnológico, nuevas formas de competir y factores de localización, nuevos sistemas de producción, nuevas formas de organización de la producción, nuevas funciones del espacio rural, nuevas estrategias de reproducción y cambios en los patrones demográficos (Arias, 2002; Bahena & Tornero, 2009; Belo-Moreira, 2004; Castaño-Lomnitz, 2005; Caravaca, 1998; Coll, 2006; Cruz, 2002; Dallanegra, 2007; Fernández, 2000; Ferrás, 2007; Garrocho, 1992; González-Gómez & Nieto- Hernández, 2003; Hiernaux-Nicolás, 1995; Linck, 2001a; López, 2007; Ordorica, 1995; Ortiz et al., 2003; Parnreiter, 2002; Pérez, 2001; Ramírez, 2008; Rionda-Ramírez, 2007; Rose, 2007; Sánchez & Propin, 2001; Sepúlveda et al., 2003; Teubal, 2001; Torres, 2003; Veyra, 2000; Vite, 2007).

Esto sustenta que la mayoría de los aspectos arriba mencionados han originado fenómenos de transformación estructural y recomposición social que han impactado de manera importante en la expansión y configuración de los territorios. México no escapa a esta realidad. La dinámica económica que se gesta en sus territorios ha sentado las bases para la conformación de un sinnúmero de estrategias de reproducción¹ que han desplegado las unidades de producción campesinas asociadas a las actividades agroproductivas y que se enmarcan dentro de las actividades agropecuarias desarrolladas en las zonas metropolitanas, sus fronteras y las zonas rurales cercanas a los mencionados centros poblados. Pero estas actividades se han visto comprometidas debido a la disponibilidad de los recursos hídricos que requieren tanto las actividades agropecuarias como las grandes metrópolis y centros urbanos.

En este marco de análisis, se consideró oportuna la realización de este ensayo con la finalidad de dar una aproximación al estado del arte del uso de las aguas residuales en la agricultura como un proceso productivo que se está intensificando en la reconfiguración territorial del espacio mexicano; configu-

1 El concepto de estrategias de reproducción da cuenta del conjunto de acciones o prácticas concientes o no, que despliegan las unidades domésticas para garantizar su supervivencia (Lugo et al., 2006; De Oliveira & Salles, 1989 citado por Robledo, 2002). Por otra parte, Lehalleur y Rendón (1989) destacan que la interdependencia de las funciones productivas y consumidoras del grupo doméstico se encuentra plasmada en la categoría analítica de “estrategia de reproducción”, que articula los objetivos del grupo con las vías alternativas que éste puede desarrollar hacia ese fin. Para entender las estrategias que siguen las unidades domésticas es necesario tomar en cuenta las características del espacio local en que están insertas, ya que éste es el marco en que tiene lugar la interacción de los grupos y su acceso diferenciado a medios de producción.

ración que se valora en torno a un conjunto de elementos que parten de la vinculación rural/urbano.

Marco analítico

Sin duda alguna que el modo de producción capitalista ha impactado negativamente en nuestras sociedades, en particular las de América Latina (Ayala, 2004; Carretero, 2006; De Angelis, 2003; Dupas, 2004; Ferrari, 2008; Kliksberg, 2005; Meyer, 2005; Monedero, 2007; Ortiz & Rincón, 2006; Quijano, 2004) y una de sus aristas se ubica en el ámbito ambiental afectando sensiblemente la salud de los seres humanos (Cifuentes et al., 1993; González-Figueroa, 2007; entre otros).

Un elemento relevante, que surge en este contexto, es el vínculo rural/urbano que ha generado un conjunto de estrategias de reproducción social entre los grupos sociales vulnerables, donde se destacan las actividades agropecuarias² en áreas urbanas y periurbanas. Otros elementos que es pertinente abordar, son el aumento de la población y la disponibilidad de agua para el desarrollo de las actividades mencionadas, así como su uso en áreas rurales tradicionalmente productoras de rubros agropecuarios.

El aumento poblacional en el caso de México (Cuadro 1) ha tenido repercusiones negativas muy serias debido a la disponibilidad del agua para uso doméstico y para el desarrollo de actividades productivas, entre ellas, la agricultura. De aquí se desprenden dos vertientes de análisis: por un lado, el desarrollo tradicional de las actividades agropecuarias de grandes, medianos y pequeños productores (indígenas, campesinas y campesinos) de áreas rurales cercanas a los centros urbanos, que hacen uso del agua no sólo domésticamente, sino también para su reproducción social (actividades agroproductivas). Por otro lado, los grandes centros urbanos que hacen un uso doméstico del agua, con la variante de que en estos espacios se incorporan los requerimientos por parte de la industria y de las actividades agropecuarias manifestadas al interior de los centros urbanos y en sus fronteras (áreas urbanas y periurbanas, respectivamente); y, si además se agrega la variable presión demográfica, su uso se ha intensificado.

2 Para el presente estudio las actividades agropecuarias están referidas a las actividades pecuarias y agrícolas.

Cuadro 1
Población de México de 1990 a 2005 (millones de habitantes)

Población	Año			
	1990	1995	2000	2005
Rural	23.73	24.16	24.71	24.28
Urbana	62.73	67.25	72.98	79.20
TOTAL	86.46	91.41	97.69	103.48

Nota: La población rural es aquella que integra localidades menores de 2 500 habitantes; la urbana se refiere a poblaciones con más de 2 500 habitantes.

Fuente: CONAGUA, 2007.

El uso del agua en México es un sistema complejo por su disponibilidad e interfaces (genera procesos de negociación, subordinación, conflictos y cooperación) de acceso y la presión demográfica actual en los centros urbanos. A esto se suma el desarrollo de las actividades agropecuarias en su interior, en la periferia y en la cercanía de éstos, aspectos que han aumentado sensiblemente la presión por el uso del agua. Este fenómeno ha originado la construcción y/o reformulación de las estrategias de reproducción que permitan la permanencia de las actividades agroproductivas, en el contexto mencionado.

Caracterización del territorio mexicano en el contexto de disponibilidad del agua

México abarca una extensión territorial de 1.964.375 km², de los cuales 1.959.248 km² son superficie continental y 5.127 km² son superficie insular. A este territorio debe añadirse la Zona Económica Exclusiva de mar territorial, que abarca 3.149.920 km², por lo que la superficie total del país es de 5.114.295 km². Está integrado por 31 estados y un Distrito Federal (D.F.), constituidos por 2.439 municipios y 16 delegaciones del D.F., respectivamente. En el año 2005, de los 29 centros de población existente en el país con más de 500.000 habitantes, sólo 26 se consideran zonas metropolitanas (ZM) por abarcar más de un municipio. En las zonas metropolitanas de Valle de México (19.24 MM), Guadalajara (4.10), Monterrey (3.66), Puebla-Tlaxcala (2.11) y Toluca (1.61), se concentra el 29.8% de la población del país, es decir 30.72 millones de habitantes (Comisión Nacional del Agua-CONAGUA, 2007).

El país se puede dividir en dos grandes zonas: la zona norte, centro y noroeste, donde se concentra el 77% de la población, se genera el 87% del PIB, pero sólo dispone del 31% del agua renovable; y la zona sur y sureste, donde habita el 23% de la población, se genera el 13% del PIB y dispone del 69% del agua re-

novable. Es importante señalar que en México la unidad básica para el manejo del agua es la cuenca hidrológica, que es la forma en la que escurre el agua en la superficie (cuencas hidrográficas) y en el subsuelo (acuíferos). Con esta base, se conformaron trece regiones hidrológico-administrativas en las que se divide el país para fines de administración del agua. Por otro lado, en lo que se refiere a las aguas subterráneas, el país está dividido en 653 acuíferos o unidades hidrogeológicas, conforme a lo publicado en el Diario

Oficial de la Federación el 5 de diciembre de 2001. Las cuencas hidrológicas reciben 1.51 billones de m³ de agua en forma de precipitación, el 72.5% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 25.6% escurre por los ríos o arroyos, y el 1.9% restante se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos, de tal forma que anualmente el país cuenta con 465 mil millones m³ de agua dulce renovable, a lo que se denomina disponibilidad natural media³. Cabe destacar que de esas trece regiones hidrológico-administrativas (Figura 1), las más importantes son las que integran al Valle de México (XIII), Río Bravo (VI), Lerma-Santiago-Pacífico (VIII) y Balsas (IV), donde se ubican las cinco zonas metropolitanas con mayor población, además de que se concentra la mayor parte de la actividad económica del país, con dos terceras partes del Producto Interno Bruto (PIB) nacional (CONAGUA, 2007).

A partir del análisis previo y con base en los datos proporcionados por CONAGUA (2007), organismo oficial de la administración del agua en México, la disponibilidad de agua para las zonas norte y centro de México es deficitaria en función de las poblaciones existentes y su dinámica económica, esto también se sustenta en lo señalado por Toledo (2002) e Izazola (2001), esta situación a futuro compromete la disponibilidad del agua dulce renovable. La CONAGUA estima que para el año 2030, en algunas de las regiones hidrológico-administrativas del país, la disponibilidad natural media de agua alcanzará niveles cercanos o incluso inferiores a los 1.000 m³/hab/año, es decir una condición calificada como grave. Las zonas metropolitanas más importantes del país son parte de los mencionados territorios, se estima que las presiones demográficas y la dinámica económica incrementen aún más la incertidumbre por la sobreexplotación de los acuíferos, que para el año 2006 sumaban 104 (16% del total).

Ante este contexto, las agriculturas urbanas/periurbanas y las tradicionales que se desarrollan en cercanías a las zonas metropolitanas, se están sintien-

3 La disponibilidad se debe analizar desde tres perspectivas: i) distribución temporal, ya que en México existen grandes variaciones de la disponibilidad a lo largo del año la mayor parte de la lluvia ocurre en el verano, mientras que el resto del año es relativamente seco; ii) distribución espacial, ya que algunas regiones del país tienen precipitación abundante y baja densidad de población, mientras que en otras ocurre exactamente lo contrario; y iii) área de análisis, ya que el problema del agua es predominantemente de tipo local, los indicadores calculados a gran escala esconden las fuertes variaciones que existen a lo largo y ancho del país (CONAGUA, 2007).

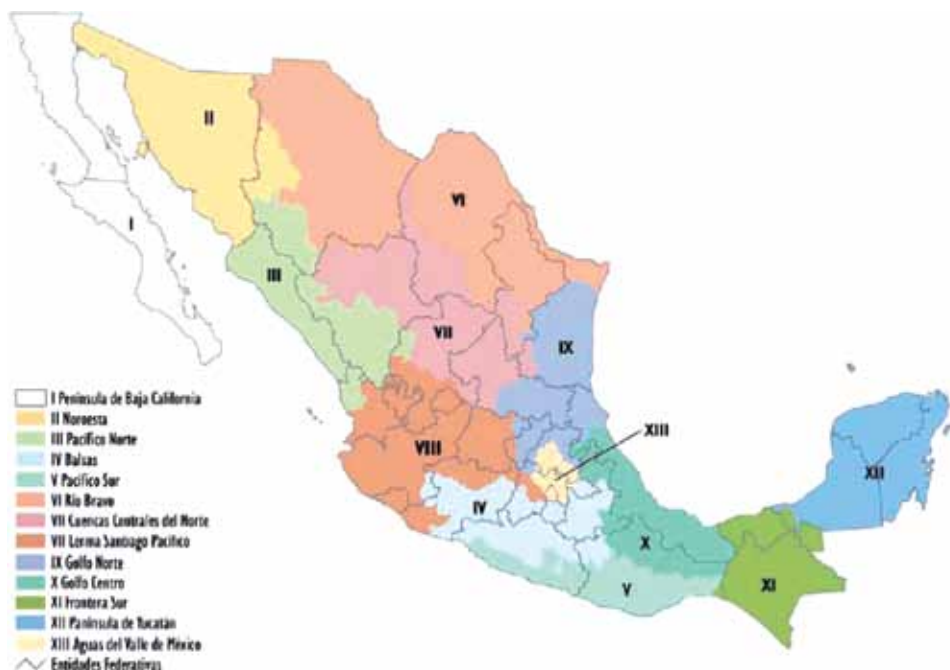


Figura 1. Las regiones hidrológico-administrativas de México

Fuente: CONAGUA, 2007.

do obligadas a reformular sus estrategias de reproducción para mantener su actividad productiva, siendo la principal estrategia el uso de aguas residuales (Pacheco, 2007) (Cuadro 2).

Cuadro 2
Descarga de aguas residuales, 2006

Aguas residuales	Centros urbanos (Descargas municipales)	Descargas no municipales incluyendo a la industria
No tratadas	7.63 km ³ /año (242 m ³ /s)	5.77 km ³ /año (183 m ³ /s)
Tratadas	2.35 km ³ /año (74.4 m ³ /s)	0.87 km ³ /año (27.7 m ³ /s)

Nota: 1 km³ = 1 000 hm³ = mil millones de m³

Fuente: CONAGUA (2007).

Las actividades agropecuarias cercanas a los centros urbanos

Actualmente existe un fuerte debate sobre la existencia y permanencia de las actividades agrícolas en los centros urbanos y sus principales actores: los

campesinos. Por una parte, los espacios agroproductivos están siendo subsumidos debido a una terciarización de la economía (Rubio, 2006) y, por el otro, la persistencia del campesinado de permanecer en dichos territorios como espacios vividos y de profundo arraigo. En este particular, Carton de Grammont (2008) y Lara (2008) señalan que las transformaciones, producto de la dinámica económica actual, son tan profundas que parece justificado hablar del tránsito de un mundo campesino agrario dominado por la producción agropecuaria y la familia campesina, a un mundo rural en donde predomina el trabajo asalariado y la familia no campesina.

Ante esta realidad, Keilbach (2008) sostiene que esta transformación ha surgido como parte de una modernidad reflexiva, en términos de relevar la primera modernidad (centrada en la familia) por una segunda (caracterizada por la distribución del riesgo y la individualización, con la consecuente disolución de la sociedad de clases, la familia y las comunidades locales), que está por constituirse. Por su parte, Ramírez (2008) apunta su análisis hacia la importancia que tiene el territorio en los emprendimientos de nuevas estrategias de reproducción y la lógica productiva del campesinado que tiene los atributos de una economía doméstica y mercantil, conjugando los dos rasgos y principios que le permiten un desempeño económico flexible, de acuerdo a sus condiciones productivas y de mercado.

Esta lógica permanencia del campesinado marca una nueva conducta agroproductiva en el contexto de la globalización. Los factores de incidencia interna (culturales, familiares, etc.), así como aquellos de incidencia externa (económicos, políticos, etc.) dan como resultados que diversos mecanismos de reproducción social y espacial le permiten un acceso diferenciado a los medios de producción.

Las actividades agropecuarias al interior y en la periferia de los centros urbanos

Los espacios rurales insertados en los centros urbanos generan muchas interrogantes: ¿A qué obedece su conformación en los centros urbanos?, ¿Por qué no existe un instrumentar teórico-conceptual preciso que nos aproxime a su entendimiento?, ¿Cómo operan las interfases entre sus actores sociales?, ¿Será este el futuro de la práctica agrícola?, ¿Se convertirá la agricultura en un subsistema de las ciudades globales? En la actualidad, estas interrogantes son objeto de estudio. Ante este contexto, ha surgido el planteamiento de la nueva ruralidad como una categoría de análisis capaz de explicar esta dinámica de cambios del espacio rural y sus interacciones con el espacio urbano, y cómo lo

rural y lo urbano convergen para integrar un territorio con nuevas funciones que permitan una sustentabilidad de las ciudades.

La caracterización del proceso agrícola urbano y periurbano va a depender del contexto social y productivo en que se exprese. Por lo general, la agricultura urbana se caracteriza por la producción de hortalizas y ganado vacuno para la producción de leche en traspatios, este último rubro es documentado por Zamudio et al. (2004), básicamente para el autoconsumo y comercio local, respectivamente. Mientras que la agricultura periurbana se caracteriza por su desarrollo en amplios terrenos de la periferia de la ciudad, su producción está destinada al autoconsumo y al comercio local. En este contexto, Ávila (2004) y Madaleno y Armijo (2004) han señalado la importancia estratégica que ha jugado la práctica de esta agricultura.

El proceso ruralización de los espacios urbanos, aludiendo a las actividades agropecuarias que se desarrollan en los centros urbanos y su periferia, son estrategias de reproducción espacial que son gestionadas por aquellas personas que se trasladaron del campo a la ciudad y que debido a un fuerte arraigo cultural ha permitido reproducir su *habitus* en otros territorios. Linck (2001b) y Ávila (2004) sostienen que el uso y apropiación de las zonas periurbanas en las ciudades medias en los países abre una veta de estudio desde la óptica rural; en particular, cómo se modelan los nuevos territorios, cómo inciden los cambios en el sistema productivo o bien las funciones que se pueden desarrollar, los roles que en el futuro tendrán los espacios rurales en un contexto donde lo urbano posee aún la jerarquía. Asimismo, Ávila (2004) precisa que existen dos procesos generales, intrínsecamente relacionados, que identifican en mayor detalle las transformaciones del ámbito donde contacta lo rural con lo urbano: se trata de la mutación territorial y la recalificación territorial. La primera, está referida a la intervención de nuevos elementos que vienen del exterior y, por tanto, ajenos a la realidad rural. La segunda, se define así en la medida en que tiene lugar una paulatina transformación del espacio rural: el período en el que transcurre la mutación social y espacial da lugar a un nuevo territorio, apropiado por nuevos actores sociales que adoptan estrategias y mecanismos que les permiten interactuar en el territorio y asumir comportamientos propios de su nueva fase de aprehensión espacial. Otros estudios (González, 2002) destacan la relevancia de la identidad colectiva en la construcción de los espacios rural/urbanos.

A partir de este marco de análisis se derivan dos perspectivas analíticas que abordan la vinculación de lo rural/urbano; la primera está precedida por un proceso migratorio de los centros rurales hacia los centros urbanos, generando una reconfiguración de los territorios ocupados: la ciudad pasa ser un presta-

dor de servicios a los nuevos actores (los que provienen del campo); la segunda, parte de la expansión de los centros urbanos que solapa el campo donde los nuevos actores (los que provienen de la ciudad) son incorporados a la memoria colectiva de la cultura predominante. En ambos casos existe un uso y apropiación del territorio por parte de nuevos actores sociales que despliegan un conjunto de estrategias ante el espacio vivido.

Las transformaciones del espacio rural y la construcción de estrategias de reproducción espacial en el ámbito rural/urbano posibilita que el uso de las aguas residuales en la agricultura se torne una práctica agrícola que se esta afianzando desde el contexto mexicano. En este sentido, se analizan algunos elementos que sustentan su permanencia y explican su intensificación.

El uso de aguas residuales en la agricultura

El principal uso del agua en México es el agrícola, la superficie dedicada a las labores agrícolas en México varía entre los 20 y 25 millones de hectáreas, con una superficie cosechada de entre 15 a 20 millones de hectáreas por año. El valor de la producción directa equivale al 6.5% del PIB nacional. La población ocupada en la agricultura oscila entre los 4 y 5 millones de personas y se estima que dependen directamente de la actividad entre 20 y 25 millones de mexicanos, en su mayoría población rural (CONAGUA, 2007; Gobierno de México, 2008).

En este contexto, el agua es un elemento estratégico para el desarrollo de las actividades agroproductivas del país y representa el elemento articulador para la construcción de estrategias de reproducción para los pequeños productores (campesinos e indígenas) (Barkin, 2006; Orozco y Sánchez 2004; Soto, 2003; Schneider, 2003; Schüren, 2003). La academia, entre otros sectores sociales, ha valorado de manera importante su impacto en el ámbito rural-urbano, generando importantes debates, particularmente el grupo de trabajo del Colegio de Postgraduados de México, a través del Programa de Estudios del Desarrollo Rural encabezado por el Dr. Hermilio Navarro Garza.

Este interés marcado viene a resaltar la extensificación espacial funcional de la vinculación rural/urbano caracterizada por las agriculturas urbanas y periurbanas. En este marco de análisis, surge una iniciativa que forma parte de una serie de eventos académicos, de diversas instituciones que han trabajado desde hace más de dos décadas identificando, describiendo e interpretando las diversas funciones y procesos ocurridos al interior de los espacios delimitados por las agriculturas urbanas y periurbanas. En este contexto se realizó el Primer Taller sobre Agriculturas Urbanas y Periurbanas, el 25 de Abril de 2008 en las instalaciones del Colegio de Postgraduados en Montecillo, Edo. México,

cuyo objetivo principal fue describir y analizar las experiencias generadas a partir de proyectos que han contribuido al conocimiento de estas agriculturas, en su dinámica interna y sus relaciones con la ciudad.

Un conjunto de señalamientos en la ponencia del Dr. Hermilio Navarro, durante el evento sobre las agriculturas urbanas y peri-urbanas, despertaron nuestro interés por el impacto de dichas prácticas, su posicionamiento asimétrico en los territorios y el comentario final expresado por el Dr. Navarro sobre el uso de aguas residuales para riego. En función del marco valorativo del presente ensayo y en el contexto que se dan las agriculturas urbanas, peri-urbanas y tradicionales con cercanía a los centros poblados, pudimos reunir los elementos necesarios para hacer un análisis del fenómeno.

El fenómeno del uso de las aguas residuales en la agricultura no es nuevo, su apropiación y permanencia por parte de los pequeños productores abre la posibilidad de una veta de estudio como un proceso productivo que se intensifica en el contexto de la globalización. Pacheco (2007) señala que los estudios sobre las aguas residuales han tenido dos vertientes principales: por un lado, la epidemiológica, preocupada por los posibles efectos negativos sobre la salud. Por el otro, la vertiente social, en la cual el trabajo se ha enfocado a los aspectos antropológicos y sociales de su utilización, principalmente para la irrigación. En ambas líneas de investigación confluye la preocupación por los efectos del uso de aguas residuales en actividades agrícolas.

El uso de aguas residuales en la agricultura opera de manera similar a otras prácticas agrícolas con la diferencia de que su principal insumo es el agua residual, aspecto que se destaca en los estudios de Rivas-Lucero et al. (2003), Prieto-García et al. (2007) y Pacheco (2007). De aquí se desprende que *es una actividad orientada a la producción de bienes agrícolas comerciables sustentada en el uso de agua residual, y que indistintamente puede desarrollarse en espacios urbanos, periurbanos o rurales.*

Dicha práctica en términos de conceptualizarla y ubicar los elementos que han originado su permanencia considera los siguientes factores: su impacto multidimensional, el empoderamiento multiactor y su alcance multinivel.

El factor multidimensional está referido al impacto social, político, ambiental, cultural y económico que ocasiona el uso de aguas residuales en un contexto donde el modelo de desarrollo actual de carácter acumulativo origina una reorganización de las estrategias de reproducción de los grupos sociales vulnerables que les va permitir generar o mantener sus ingresos y conservar su identidad colectiva; en función de generar pasivos ambientales que están o pueden ocasionar serios problemas de salud, no sólo al interior de sus unidades agro-productivas, sino también al exterior de éstas por el carácter acumulativo que

tienen los contaminantes que se derivan de dicha práctica (metales pesados) y que provienen de las aguas residuales usadas para irrigar sus cultivos comerciales. Ante este contexto, el sector político, inmerso en debates y estadísticas, desconoce esta realidad y no es capaz de ver la magnitud del problema futuro que se avecina.

El factor multiactor está referido a los miembros de la unidad agroproductiva que hace posible la construcción social de esta práctica agrícola y sus interfaces con otros actores sociales. Es un aspecto de relevancia, porque las redes sociales que se construyen permiten el libre desarrollo de la práctica agrícola, desde su fase primaria hasta la fase de comercialización.

El factor multinivel está asociado al alcance de la actividad; aunque esta actividad se desarrolle de manera localizada puede afectar otros territorios, no sólo por el carácter móvil que presentan los contaminantes (metales pesados) en el suelo, sino por el consumo de los cultivos comerciales que se originan de esta práctica agrícola (acumulación de metales pesados en la sangre, infecciones entéricas y contaminación por coliformes fecales y helmintos).

El análisis de estos factores y sus variables puede ayudar a diseñar las herramientas metodológicas necesarias para abordar, describir, interpretar y analizar los mecanismos de apropiación del agua residual para su uso en la agricultura, así como proporcionar los elementos básicos para la formulación e instrumentación de políticas públicas que tiendan a corregir o evitar su desarrollo y expansión.

Impacto del uso de aguas residuales en la agricultura

En el uso de agua residual para riego no es reciente, su impacto ha sido objeto de análisis desde varias perspectivas, siguiendo a Cabrera (2003), Cajuste et al. (1991), Cifuentes et al. (1994), Mascareño y Guajardo (1977), Siebe (1994, 1995) y Vázquez-Alarcón et al. (2001) una de las zonas históricamente más importantes es el Valle de Mezquital, en el estado de Hidalgo, en la cual esta práctica tiene vigencia desde hace más de 50 años, con graves consecuencias. En este orden de ideas, Valbuena et al. (2002) señalan que el uso de aguas residuales en la agricultura representa un riesgo para salud, debido a la alta prevalencia de infecciones entéricas en humanos.

En México, la Comisión Nacional del Agua, ente encargado de la administración del recurso natural, reportó que para el año 2006, se generaron más de 500 m³/s de aguas negras o residuales en el territorio mexicano (Cuadro 2). Esta es una situación preocupante porque no se sabe a ciencia cierta el uso y destino de la mayoría de estas aguas. Las estadísticas oficiales (CONAGUA,

2007) señalan que del total de aguas residuales generadas sólo 102.1 m³/s recibe tratamiento, cifra que es cuestionable ya que autores como Pacheco (2007) sugieren analizar con cautela y escepticismo los datos oficiales.

Por otra parte, Cuenca-Adame et al. (2001) reportan el uso de aguas residuales para el cultivo de hortalizas en el Estado de Morelos, con presencia significativa en los municipios de Temixco, Xochitepec, Puente de Ixtla, Zacatepec y Jojutla, donde particularmente la cebolla (*Allium cepa*) presenta contaminación por coliformes fecales y helmintos. Otros Estados de México como Colima y Puebla, también son reportados por el uso de agua negra en sus prácticas agrícolas (Fotografías 1 y 2) (Gómez et al. 2002; Pérez, 2002). En el norte de México, donde predominan suelos áridos y semiáridos, se viene practicando el uso de aguas residuales para actividades agrícolas, debido a la escasez de agua de buena calidad (Rivas-Lucero et al., 2003).

Ésta última autora reporta que en México no es usual que los contaminantes sean removidos por el tratamiento de aguas residuales; no obstante, se han detectado trazas de metales pesados (Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg y Pb), microorganismos patógenos y algunos compuestos orgánicos tóxicos en las legumbres y otros cultivos.



Fotografía 1. Vista parcial de la contaminación de la presa de Valsequillo en el Estado de Puebla, México.

Fuente: autor



Fotografía 2. Panorámica de la presa de Valsequillo en el Estado de Puebla, México.

Fuente: autor

Castro-Espinoza et al. (2009) reportan que, en el Estado de Sonora, las aguas residuales son tratadas y mezcladas en los canales de riego para su uso agrícola; sin embargo, su estudio arroja que la remoción de los patógenos de las aguas residuales es poco efectiva, ya que se han detectado quistes de giarda y ooquistes de *Cryptosporidium*, producto de las altas concentraciones de coliformes fecales. También se detectó la presencia del virus de la hepatitis A. Esto es de relevancia, ya que a las tradicionales enfermedades reportadas que

se originan por el uso de esta agua en las zonas agrícolas, la identificación de patógenos emergentes posibilita que surjan nuevas enfermedades.

Los productos agrícolas que se producen a partir del uso de aguas residuales en las actividades agrícolas son un riesgo para el ser humano, sin contar el daño que se le está ocasionando al medio ambiente por la presencia de metales pesados en sus suelos. Al principio de los años 90, 150.000 hectáreas dependían del riego con agua residual. En la actualidad, esa cifra ha aumentado a más de 250.000 hectáreas y la práctica tiene presencia en los Estados de Hidalgo, Michoacán, San Luis Potosí, Morelos, Nayarit, Colima, Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Sonora, Chihuahua y Ciudad de México. Los cultivos más representativos son las hortalizas (cebolla, jitomate, brócoli), maíz (*Zea mays* L.) y alfalfa (*Medicago sativa*) (Benavides et al., 2008; Cajuste et al., 2001; Castro-Espinoza et al., 2009; Cifuentes et al., 1994; Izazola, 2003; Jáuregui-Medina, 2007; Pacheco, 2007; Pérez, 2002; Prieto-García et al., 2007).

En cuestiones sobre reorganización y tratamiento de aguas residuales se ha planteado un interesante debate (Cirelli, 2008; Pacheco-Vega, 2007; Pacheco-Vega & Basurto, 2008; Santacruz, 2008), que abarca desde el diseño de políticas públicas sectoriales pasando por el neoinstitucionalismo hasta la coordinación de sus principales usuarios, repasando las posturas de Hardin (1968) y de Ostrom y Ahn (2003). Sin desconocer, las iniciativas planteadas es importante considerar que el uso de las aguas residuales por parte campesinos e indígenas para el desarrollo de sus actividades agrícolas no sólo responde a normas consuetudinarias sino que representa una forma de ganarse la vida ya que de ella depende el desarrollo de sus actividades agroproductivas.

Conclusión

El análisis permite reconocer, a partir de la reconfiguración económica y el uso de los recursos naturales, cómo en la actualidad el uso de aguas residuales se ha intensificado en la agricultura, impactando de manera importante en el contexto mexicano. Su permanencia e intensificación posibilita su abordaje desde una perspectiva multidimensional; es decir, tiene implicaciones sociales, económicas, ambientales y políticas interconectadas; su carácter multiactor hace posible la presencia de diversos actores sociales, y es multinivel por su presencia local y regional.

Ante esta realidad, la práctica experimenta un sostenido proceso de expansión, sustentado en tres aspectos: i) la incorporación de la infraestructura de riego que en el pasado soportó el desarrollo agrícola mexicano y que actualmente es un elemento dinamizador en el uso de aguas residuales; ii) la presión demográfica de los centros urbanos que ha impactado negativamente en la disponibilidad del agua; y, iii) la legitimación o socialización de las agua

residuales en los sistemas de producción agrícola, por parte de las unidades domésticas campesinas de México.

Los esquemas de intervención que se señalan para la mitigación de la práctica se orientan a dos ejes analíticos: el primero, enfatiza en la necesidad de privatizar el servicio de agua y su saneamiento. Esta medida es poca efectiva ya que el sector privado operaría en función de una racionalidad paramétrica, y las experiencias en América Latina (Argentina con Buenos Aires y Bolivia con Cochabamba) han demostrado su fracaso. El segundo, intenta canalizar las formas de organización tradicionales para el manejo colectivo del agua a través de la acción colectiva. Este intento se muestra interesante porque considera la activa participación de los actores sociales. Sin embargo, se precisaría de un cuerpo teórico que permita abordar y entender emprendimientos de acción colectiva casi inéditos que tienen décadas de instrumentación.

Referencias

- Arias, P. (2002). Hacia el espacio rural urbano: una revisión de la relación entre el campo y la ciudad en la antropología social mexicana. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 50, 363-380.
- Ávila, H. (2004). La agricultura en las ciudades y su periferia: un enfoque desde la geografía. *Investigaciones Geográficas*, 53, 98-121.
- Ayala, R. (2004). América Latina: la reestructuración de las relaciones de dependencia. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, 2(103-104), 115-126.
- Bahena, G. & Tornero, M. A. (2009). Diagnóstico de las unidades de producción familiar en pequeña irrigación en la subcuenca del Río Yauteppec, Morelos. *Economía, Sociedad y Territorio*, 9(29), 165-184.
- Barkin, D. (2006). Reconsiderando las alternativas sociales en México rural: estrategias campesinas e indígenas. *Polis*, 5(15), 1-8.
- Belo-Moreira, M. (2004). La nueva territorialización del espacio rural en el contexto de la globalización: el espíritu emprendedor en las áreas marginales. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 1, 85-100.
- Benavides, A., Moreno, M., Sosa, M., Puga, M., Alcalá, J. & Quintana, C. (2008). Evaluación de la calidad del agua en las principales lagunas del estado de Chihuahua. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 4(2), 84-88.
- Cabrera, R. B., Gordillo, A. J. & Cerón, A. (2003). Inventario de contaminación emitida a suelo, agua y aire en 14 municipios del Estado de Hidalgo, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 19(4), 171-181.
- Cajuste, L., Carrillo, G., Cota, G. & Laird, R. (1991). The distribution of metals from wastewater in the Mexican Valley of Mezquital. *Water, Air and Soil Pollution*, 57-58, 763-771.
- Caravaca, I. (1998). Los nuevos espacios emergentes. *Estudios Regionales*, 50, 39-80.
- Carretero, A. E. (2006). Masas posmodernas: el retorno del exceso constreñido en la modernidad. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, 10(1), 11-36.
- Carton de Grammont, H. (2008). Fortalezas y debilidades de la organización campesina en el contexto de la transición política. *El Cotidiano*, 23(147), 43-50.
- Castaño-Lomnitz, H. (2005). Las megaciudades y la transición urbana. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 195, 95-121.
- Castro-Espinoza, L., Gortáres-Moroyoqui, P., Mondaca-Fernández, I., Meza-Montenegro, M., Balderas-Cortez, J., López-Cervantes, J. & Lares-Villa, F. (2009). Patógenos emergentes como restricción para el reuso de las aguas residuales municipales tratadas en Ciudad Obregón, Sonora. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 5(1), 9-21.
- Cifuentes, E., Blumenthal, U., Ruiz, G. & Bennett, S. (1994). Escenario epidemiológico de uso agrícola del agua residual: el Valle de Mezquital, México. *Salud Pública de México*, 36(1), 3-9.
- Cifuentes, E., Blumenthal, U., Ruiz, G., Bennett, S., Quigley, M. & Peasey, A. (1993). Problemas de salud asociados al riesgo agrícola con agua residual en México. *Salud Pública de México*, 35(6), 614-619.
- Cirelli, C. (2008). La gestión del servicio público de agua potable en Francia: ¿un modelo a debate o en crisis? En Peña, F. (Coord.), *Boletín del archivo histórico del agua* (pp. 64-72). México: CONAGUA.
- Coll, A. & Córdoba, J. (2006). La globalización y el sector servicios en México. *Investigaciones Geográficas*, 61, 114-131.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Estadísticas del agua en México*. México: Secretaría

- de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cruz, M. S. (2002). Procesos urbanos y ruralidad en la periferia de la zona metropolitana de la ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 49, 39-76.
- Cuenca-Adame, E., Riestra-Díaz, D., Pérez-Mangas, J. & Echegaray-Alemán, A. (2001). Uso de aguas residuales y control de organismos patógenos en la producción de cebolla. *Agrociencia*, 35(3), 255-265.
- Dallanegra, L. (2007). Cambios en el sistema mundial. *Espiral*, 13(39), 9-32.
- De Angelis, M. (2003). Reflexiones sobre alternativas, espacios comunales y comunidades o construir un mundo nuevo desde abajo. *Bajo el Volcán*, 3(6), 143-167.
- Dupas, G. (2004). La nueva lógica global y el impasse de América Latina. *Cuadernos del CENDES*, 21(56), 1-33.
- Fernández, M. J. (2000). Reestructuración productiva y desarrollo regional. *Revista de Estudios Regionales*, 58, 45-77.
- Ferrás, C. (2007). El enigma de la contraurbanización. Fenómeno emperico y concepto caótico. *Eure*, 33(98), 5-25.
- Garrocho, C. (1992). El sistema urbano de México: organización, crecimiento y estructura funcional. *Estudios Territoriales*, 38, 115-137.
- Gobierno de México. (2008). *Anexo estadístico del segundo informe de gobierno*. Ciudad de México: Presidencia de la República.
- Gómez, B. A., Saldaña, F. P., Martínez, G. A., Gaitán, N. J., Athala, M. J., Lerdo de Tejada, B. A. Salcedo et al. (2002). *Valuación económica del impacto ambiental de las descargas de aguas residuales municipales* (Documento de Trabajo). México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- González, F. (2002). Respuestas socioculturales de pueblos rurales ante el proceso de conurbación: un estudio de caso. *Ciencia Ergo Sum*, 9(1), 40-49.
- González-Figueroa, R., Gerritsen, P. & Malischke, T. K. (2007). Percepciones sobre la degradación ambiental de agricultores orgánicos y convencionales en el ejido La Ciénega, municipio de El Limón, Jalisco, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 7(25), 215-239.
- González-Gómez, O. & Nieto-López, R. (2007). Comportamiento logístico de las empresas de manufactura en Querétaro, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 6(24), 953-974.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Sciences*, 162, 1243-1248.
- Hernández, J. M. (2003). Globalización y desarrollo de nuevas formas de competencia en la agricultura. *Revista Análisis Económico*, 18(37), 121-139.
- Hiernaux-Nicolás, D. (1995). Reestructuración económica y cambios territoriales en México. Un balance 1982-1995. *Estudios Regionales*, 43, 151-176.
- Izazola, H. (2001). Agua y sustentabilidad en la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 47, 285-320.
- Jáuregui-Medina, C., Ramírez-Hernández, S., Espinosa-Rodríguez, M., Tovar-Rodarte, R., Quintero-Hernández, B. & Rodríguez-Castañeda, I. (2007). Impacto de la descarga de aguas residuales en la calidad del río Mololoa (Nayarit, México) y propuestas de solución. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3(1), 65-73.
- Keilbach, N. M. (2008). Apuntes para una ruralidad reflexiva. *El Cotidiano*, 23(147), 35-42.
- Kliksberg, B. (2005). América Latina: la región más desigual de todas. *Revista de Ciencias Sociales*, 11(3), 411-421.
- Lara, S. M. (2008). ¿Es posible hablar de un trabajo decente en la agricultura moderna-empresarial de México? *El Cotidiano*, 23(147), 25-33.

- Lehalleur, M. P. & Rendón, T. (1989). Reflexiones a partir de una investigación sobre grupos domésticos campesinos y sus estrategias de reproducción. En *Grupos Domésticos y Reproducción Cotidiana* (p. 240). México: Porrúa-UNAM-Colegio de México.
- Linck, T. (2001a). El campo en la ciudad: reflexiones en torno a las ruralidades emergentes. *Estudios Agrarios*, 17, 9-29.
- Linck, T. (2001b). El campo en la ciudad: reflexiones en torno a las ruralidades emergentes. *Relaciones*, 22(85), 85-104.
- Lugo, D., Ramírez, J., Navarro, H. & Estrella, N. (2006). *Etnocompetitividad: elemento de las estrategias de reproducción de los grupos sociales* (p. 213). Caracas: Colegio de Postgraduados-Comala.com.
- Madaleno, I. M. & Armijo, G. (2004). Agricultura urbana en metrópolis iberoamericanas: estudio de caso en Santiago de Chile y Lisboa, Portugal. *Investigaciones Geográficas*, 54, 36-54.
- Mascareño, C. & Guajardo, R. (1977). Estudio preliminar sobre contaminación de suelos y de la producción agrícola en el distrito de riego 03 por el uso de aguas negras de la ciudad de México. *Agrociencia*, 27, 95-119.
- Meyer, L. (2005). Resistencia y esperanza: el futuro de la comunalidad en un mundo globalizado. *Revista Identidades*, 15, 4-15.
- Monedero, J. C. (2007). En donde está el peligro...la crisis de la representación y la construcción de alternativas en América Latina. *Cuadernos del CENDES*, 24(64), 23-58.
- Ordorica, M. (1995). La población futura en América Latina. *Perfiles Latinoamericanos*, 4 (6), 149-179.
- Orozco, M. E. & Sánchez, M. T. (2004). Organización socioeconómica y territorial en la región del alto Lerma, Estado de México. *Investigaciones Geográficas*, 53, 163-184.
- Ortiz, E. & Rincón, Y. (2006). La política social en América Latina en el marco del desarrollo humano y la democracia. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, 10(1), 161-175.
- Ortiz, J., Ortiz, E. O. & Cuervo, M. J. (2003). La transición demográfica y urbana en el marco de la globalización: implicaciones para la articulación económica del espacio urbano-regional. *Revista Análisis Económico*, 18(39), 229-254.
- Ostrom, E. & Ahn, T. K. (2003). Una perspectiva del capital social desde las ciencias sociales: capital social y acción colectiva. *Revista Mexicana de Sociología*, 65(1), 155-233.
- Pacheco, R. (2007). Participación de la comisión nacional del agua en el tratamiento de aguas residuales en la cuenca Lerma-Chapala. Estadísticas federales y realidades estatales. *Región y Sociedad*, 19(39), 55-76.
- Pacheco-Vega, R. (2007). Construyendo puentes entre la política ambiental y la política de tratamiento de aguas en la cuenca Lerma-Chapala. *Economía, Sociedad y Territorio*, 6(24), 995-1024.
- Pacheco-Vega, R. & Basurto, F. (2008). Instituciones en el saneamiento de aguas residuales: reglas formales e informales en el Consejo de Cuenca Lerma-Chapala. *Revista Mexicana de Sociología*, 70(1), 87-109.
- Parnreiter, C. (2002). Ciudad de México: el camino hacia una ciudad global. *Eure*, 28 (85), 1-33.
- Pérez, E. (2001). Hacia una nueva visión de lo rural. En Norma Giarracca (Comp.), *¿Una nueva ruralidad en América Latina?* (pp. 17-29). Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales y Agencia Sueca de Desarrollo Inter-

nacional.

- Pérez, O. (2002). Efecto de la aplicación de aguas residuales industriales en las propiedades físicas y químicas del suelo. *Agrociencia*, 36(3), 279-290.
- Prieto-García, F., Constantino, L., Poggi, H., Álvarez, M. & Barrado, E. (2007). Caracterización fisicoquímica y extracción secuencial de metales pesados y elementos trazas en suelos de la región Actopan-Ixmiquilpan del distrito de riego 03, Valle de Mezquital, Hidalgo, México. *Ciencia Ergo Sum*, 14(1), 69-80.
- Quijano, A. (2004). El laberinto de América Latina: ¿hay otras salidas? *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, 10(1), 75-97.
- Ramírez, J. (2008). Ruralidad y estrategias de reproducción campesina en el Valle de Puebla, México. *Cuadernos Desarrollo Rural*, 5(60), 37-60.
- Rionda-Ramírez, J. I. (2007). Dinámica metropolitana en México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 7(25), 241-266.
- Rivas-Lucero, B., Nevárez-Morillón, G., Bautista-Margulis, R., Pérez-Hernández, A. & Saucedo-Terán, R. (2003). Tratamiento de aguas residuales de uso agrícola en un biorreactor de lecho fijo. *Agrociencia*, 37(2), 157-166.
- Robledo, G. P. (2002). *Religiosidad y estrategias de reproducción de los grupos domésticos en una comunidad indígena*. Tesis Doctoral, El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas, México.
- Rose, N. (2007). ¿La muerte de lo social? Re-configuración del territorio de gobierno. *Revista Argentina de Sociología*, 5(8), 111-150.
- Rubio, B. (2006). Territorio y globalización en México: ¿un nuevo paradigma rural? *Comercio Exterior*, 56(12), 1047-1054.
- Sánchez, A. & Propin, E. (2001). Cambios en la orientación funcional de las ciudades medias del trópico mexicano. *Cuadernos Geográficos*, 31, 69-85.
- Santacruz, G. (2008). Generación y tratamiento de agua residual en la zona metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí. En F. Peña (Coord.), *Boletín del archivo histórico del agua* (Nº 40, pp. 33-37). México: CONAGUA.
- Schneider, S. (2003). Teoría social, agricultura familiar y pluriactividad. *Revista Brasileira de Ciência Sociais*, 18(51), 99-122.
- Schüren, U. (2003). Reconceptualizing the post-peasantry: Household strategies in mexican ejidos. *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, 75, 47-63.
- Sepúlveda, S., Rodríguez, A., Echeverri, R. & Portilla, M. (2003). *El Enfoque territorial del desarrollo rural*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Siebe, C. (1994). Acumulación y disponibilidad de metales pesados en suelos regados con aguas residuales en el distrito de riego 03, Tula, Hidalgo, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 10(1), 15-21.
- Siebe, C. (1995). Heavy metal availability to plants in soils irrigated with wastewater from México City. *Water Science and Technology*, 32(12), 29-34.
- Soto, C. (2003). La agricultura comercial de los distritos de riego en México y su impacto en el desarrollo agrícola. *Investigaciones Geográficas*, 50, 173-195.
- Teubal, M. (2001). Globalización y nueva ruralidad en América Latina. En N. Giarracca (Comp.), *¿Una nueva ruralidad en América Latina?* (pp. 45-65). Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales y Agencia Sueca de Desarrollo Internacional.
- Toledo, A. (2002). El agua de México y el mundo. *Gaceta Ecológica*, 64, 9-18.
- Torres, M. C. (2003). La geografía de la sociedad de la información: ¿real o virtual? *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 35, 153-171.

- Valbuena, D., Díaz-Suárez, O., Botero-Ledesma, L. & Cheng-Ng, R. (2002). Detección de helmintos intestinales y bacterias indicadoras de contaminación en aguas residuales. *Interciencia*, 27(12), 710-714.
- Vázquez-Alarcón, A., Justin-Cajuste, L., Siebe-Grabach, C., Alcántar-González, G. & de la Isla de Bauer, M. (2001). Cadmio, Níquel y Plomo en agua residual, suelo y cultivos en el Valle de Mezquital, Hidalgo, México. *Agrociencia*, 35(3), 267-274.
- Vieyra, J. A. (2000). Reconversión industrial, gran empresa y efectos territoriales. El caso del sector automotriz en México. *Eure*, 26(77), 1-21.
- Víte, M. A. (2007). La ideología neoliberal y la globalización económica. *El Cotidiano*, 22 (142), 84-91.
- Zamudio, B. A., Del Pilar, M., Manzo, F. & Sánchez, M. T. (2004). La participación de las mujeres en los sistemas de traspatio de producción lechera en la ciudad de México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 51, 37-60.