

Situación social y tecnológica en el manejo del agua para riego en Puebla, México

Social and technological state of the management of irrigation water in Puebla, Mexico

Andrés Pérez Magaña^{1*}, Antonio Macías López¹, Verónica Gutiérrez Villalpando²

¹Campus Puebla, Colegio de Postgraduados. Boulevard Forjadores de Puebla Núm. 205, Santiago Momoxpan, Municipio San Pedro Cholula. C.P. 72760, Puebla, México. Tel: 01 222 2851442 Ext. 2024. Correo electrónico: apema@colpos.mx

²Catedra Conacyt, Campus Puebla, Colegio de Postgraduados.

Resumen

La gestión eficiente del agua en la agricultura es importante para atender su escasez. Ante esta situación, en el estado de Puebla, en 2009, se analizaron los sistemas de pequeño riego para conocer la lógica campesina en las prácticas tecnológicas y acuerdos sobre el manejo del agua. Mediante una muestra estadística de 105 productores, se recabó información con un cuestionario sobre variables sociales de los productores, la infraestructura y el funcionamiento de los sistemas de riego. Se identificaron prácticas agrícolas como: arreglos espaciales y temporales en cultivos, diversificación, rotación, uso de la punta de riego, así como arreglos de préstamos y compra de agua, distribución del agua por tandas y faenas para limpieza de canales. Se concluyó que existen aciertos y limitaciones en las lógicas que despliegan los productores para atender los problemas de escasez de agua, en la infraestructura y en el funcionamiento de los sistemas de riego, las cuales pueden servir de base para realizar intervenciones.

Palabras clave: Lógica campesina; sistema agrícola; riego agrícola; sistema de riego en pequeño; manejo.

Abstract

The efficient management of water for agriculture is important to solve water shortage. To address this situation, in 2009, small irrigation systems were analyzed in order to understand the peasant logic in technological practices and agreements on water management in the state of Puebla, Mexico. Through a statistical sample of 105 producers, information was collected through a questionnaire on social variables of the producers, infrastructure and operation of the irrigation systems. Agricultural practices such as spatial and temporal arrangements in crops, diversification, rotation, and use of the irrigation tip were identified, as well as loan and water purchase arrangements, distribution of water by shifts and works to clean the channels. It was concluded that there are successes and limitations in the logic deployed by producers to address the problems of water shortage, infrastructure and operation of irrigation systems which can serve as a basis for interventions.

Keywords: Peasant logics; farming system; agricultural irrigation; small sprinkler system; management.

Recibido: 18 de octubre de 2017

Aceptado: 26 de febrero de 2019

Publicado: 11 de septiembre de 2019

Como citar: Pérez-Magaña, A., Macías-López, A., & Gutiérrez-Villalpando, V. (2019). Situación social y tecnológica en el manejo del agua para riego en Puebla, México. *Acta Universitaria* 29, e2114. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2019.2114>

Introducción

El concepto de sistema de riego como constructo para entender y organizar los recursos naturales, como el agua en la producción agrícola, es utilizado de distinta forma en la literatura, por lo que se inicia con precisar un concepto que sirva para el objetivo de este estudio y de pesquisa que ayude a quienes se inicien en esta temática. Se presentan una argumentación teórica y metodológica, el balance de los resultados, las conclusiones y las referencias.

La literatura consultada menciona al sistema de riego, obra de riego, unidad de riego, sociedad de riego y agricultura de riego como conceptos equivalentes. Siguiendo a Escobedo (1997), cada autor ubica estos conceptos en diferente parte de la estructura o del funcionamiento del sistema: la infraestructura, los cultivos, la organización, el agua, la fuente de agua y el manejo del recurso. Por su parte, Palerm-Viqueira (2005) plantea un componente más, la diferenciación entre gobierno y administración en dichos sistemas.

El concepto sistema de riego en pequeño se ha definido desde varios criterios. Desde el tamaño de la superficie a regar, son todas las obras de riego construidas con base en materiales y energía locales y, en algunos casos, de materiales externos para extraer y conducir pequeñas cantidades de agua y proveer de este recurso a los cultivos sembrados en secano. Así, es posible encontrar obras como: presas derivadoras, norias, pozos artesianos, canales, galerías filtrantes, pozos profundos y jagüeyes (Hunt, 1997).

El criterio de tamaño utilizado en México con fines administrativos del recurso hídrico coincide con las unidades de riego, definidas como áreas geográficas destinadas a la agricultura que cuentan con riego. Las unidades de riego comprenden almacenamientos y las integran usuarios agrupados en asociaciones civiles, denominadas sistemas de grande irrigación. Se administran a través de los distritos de riego, determinados como áreas geográficas donde se proporciona el riego a partir de vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos con sus canales y sus caminos (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2002). Estas características permiten diferenciar el pequeño riego de la grande irrigación. Existen obras de pequeño riego que mediante redes de usuarios forman sistemas de tamaño considerable, pero no se ajustan a la grande irrigación, por lo que son sistemas de pequeño riego, de acuerdo con Escobedo (1997).

Al utilizar el criterio social en la definición de los sistemas de riego, se encuentran más claramente las diferencias entre los sistemas de pequeño riego y los de la grande irrigación. Los primeros son sistemas autorregulados y autoadministrados por los propios regantes, quienes han logrado formar organizaciones autogestivas con capacidad para conservar la infraestructura y manejar el agua; a diferencia de la grande irrigación, administrada y controlada por instituciones del estado (Escobedo, 1997) y que actualmente se encuentra a cargo de la Comisión Nacional del Agua (Conagua).

En la pequeña irrigación, como un criterio más, los regantes se identifican como campesinos, indígenas, productores tradicionales y pequeños propietarios. En la grande irrigación son productores tradicionales y empresarios. La diferencia está en que los primeros manejan el agua y la infraestructura a través de organizaciones sociales y leyes consuetudinarias generadas en sus propias organizaciones, apegándose a las disposiciones oficiales, mientras que los segundos funcionan bajo la tutela del Estado. Otro criterio de diferenciación es la estrategia que despliega la pequeña irrigación. Utiliza controles locales de manejo y distribución de agua basados en tareas, roles, sanciones y compromisos internos (Mestries & Bonilla, 2010). La grande irrigación utiliza elementos de gestión externos, dice Martínez (2000), mientras que Palerm-Viqueira (2005) señala que tanto la pequeña como la grande irrigación presentan gobierno y administración entremezclados. Se encuentran casos de la pequeña y grande irrigación con autogobierno en donde los usuarios realizan las tareas con base en sus sistemas de conocimiento. Asimismo, existen

casos con gobierno y administración externa, por lo cual no hay una pureza en estas variables, prefiriendo llamarlos sistemas simples y sistemas complejos.

La ubicación de los sistemas de riego también es muy importante para su definición. La pequeña irrigación se localiza en zonas agrícolas, con serias restricciones tanto ambientales como sociales, formando un tejido ecosocial complejo que, en el caso de México, se concentra en los valles altos intermontanos del altiplano coincidentes con el Eje Neovolcánico Transversal para atender su fragilidad. El agua es tomada de cuencas, subcuencas o el subsuelo (Escobedo, 1997). La grande irrigación se ubica en valles de mayor magnitud dotados con sistemas de riego, por disposición de volúmenes mayores de agua superficial y construcción de obras grandes de captación y distribución patrocinadas por el Estado.

Desde la discusión anterior, el sistema de riego se considera como el área geográfica que incluye los recursos naturales, la infraestructura hidráulica, la organización social, gobierno y administración, el patrón de cultivos y el manejo, cuya interacción expresa una forma de manejo de los recursos naturales y un estilo de vida, con una racionalidad campesina o empresarial, llámese sistema de pequeño riego -como los estudiados en esta investigación- o sistema de grande irrigación. Son claras las diferencias en distintas dimensiones, por lo que Palerm-Viqueira (2005) los ubica en sistemas simples y sistemas complejos.

A escala planetaria, los recursos naturales *comunes* como el agua enfrentan problemas de cantidad y calidad de larga data, situación que no excluye el caso estudiado. Estos fenómenos afectan la producción de alimentos, por lo que la humanidad dependiente de este recurso puede sufrir consecuencias en el corto y mediano plazo, tanto en la alimentación como en su salud. En efecto, es urgente y obligatoria la búsqueda de alternativas ecológicas y sociales para producir los alimentos que demanda la sociedad sin poner en peligro tanto la salud de los ecosistemas como la de los seres humanos (Toledo, 2012). Es necesario desarrollar una agricultura a partir del manejo y conservación de los recursos naturales, retomando aspectos de la agricultura tradicional, local y familiar y los conocimientos que aporta la ecología (Guzmán & Morales, 2012). Este tipo de agricultura cuenta con rasgos que conservan características favorables para alcanzar la seguridad alimentaria, sosteniendo la base ecológica de la producción y conservando la biodiversidad (Altieri & Nicholls, 2009). Los sistemas agrícolas campesinos presentan propiedades de los sistemas de manejo de los recursos naturales sostenibles; su estructura y funcionalidad sistémica proporcionan estabilidad en el agroecosistema y el ecosistema al cual se vinculan, inhibiendo las condiciones restrictivas para la producción y reproducción de los campesinos y conservación de los recursos (Altieri & Nicholls, 2008).

A partir de los planteamientos presentados, Masera, Astier & López-Ridaura (2000) indican que la lógica campesina se puede puntualizar como la articulación que realiza el campesino de la dimensión social con la dimensión ecológica, reconociendo también su papel decisivo en la orientación y direccionalidad que ha de tomar el sistema, lo que Toledo (1993) identificó como racionalidad campesina. En ese sentido, se retoma la idea de Landini (2011), quien plantea como racionalidad o lógica al conjunto de principios o reglas subyacentes que se actualizan y están presentes en las conductas campesinas, dando cuenta de su sentido y sus razones. Las lógicas presentes en el hecho social en estudio se entienden como la racionalidad campesina, que permite un acercamiento inicial al descubrimiento de los significados del manejo del agua para aproximarse a conocer su orientación y a su direccionalidad (Morales, 1999). Asimismo, esta idea es retomada en la identificación de las bases de la lógica campesina en el manejo del solar en Tabasco, México, por Chávez-García, Rist, & Galmiche-Tejeda (2012).

Desde esta postura, se hace necesario impulsar el desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles. El cimiento para hacerlo inicia en la forma de manejo de los recursos naturales. En ese sentido, la agroecología como enfoque teórico evoca a una reivindicación ligada a los pequeños productores y

campesinos y su racionalidad ecológica (Toledo, 1993), con atributos de autosuficiencia tecnológica, diálogo de saberes, su estrategia multiuso de los recursos naturales y su red de relaciones sociales como expresión de acciones a favor del ambiente (Toledo, 2012). Este enfoque enfatiza la capacidad de las comunidades locales para desarrollar sus propios procesos e innovaciones, mediante un proceso de investigación-acción, participación constructivista y comunicación dialéctica (Altieri & Nicholls, 2009; Holt-Giménez, 2008), el uso del conocimiento tradicional y la adaptación de los sistemas agrícolas a las necesidades y condiciones locales (Altieri, 2008). Las vertientes de cambio que siguen los campesinos en sus sistemas de producción no son unidireccionales, se pueden combinar en varias direcciones por depender de sus condiciones sociodemográficas, política-agrícola, ubicación geográfica, recursos económicos, infraestructura, relaciones sociales, intercambios económicos y ecológicos, así como también de la lógica productiva que, al sumar el riego al agroecosistema, este se dinamiza (Ramírez & Méndez-Espinoza, 2007).

La agricultura tradicional, contexto en el cual se ubican los sistemas de pequeño riego, es de importancia en América Latina debido a la existencia y gestión de 60 millones de hectáreas (ha), en las cuales se produce el 41% de la producción agrícola, el 51% del maíz disponible en la región, el 77% del frijol y el 61% de papa. Contribuye con productos, tanto de uso como de cambio, a la alimentación básica de la población rural en condiciones de pobreza que suman 73 millones, además de subsidiar la demanda alimentaria de la población urbana (Altieri, 2008).

México cuenta con una superficie de labor de 31 190 141 ha, de las cuales sembró 22 136 742 ha (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2009). Ocupa el sexto lugar mundial en términos de superficie con infraestructura de riego, con 6.5 millones ha, de las cuales 3.5 millones ha están organizadas en 85 Distritos de Riego (sistemas de riego en grande) y 3 millones ha son gestionadas por 39 492 Unidades de Riego (sistemas de riego en pequeño) (Conagua, 2011). El total de usuarios beneficiados por el riego es de 1.3 millones, con un 79% de ejidatarios con superficie promedio de 3.3 ha (*Food and Agriculture Organization* [FAO], 2013).

Por la importancia señalada de este sector, este estudio se encauzó a los pequeños sistemas de riego gestionados por campesinos en el estado de Puebla, que además de aportar alimentos, de generar ingresos y empleos, siguen lógicas que conservan prácticas tecnológicas y conocimientos sobre el manejo del agua. A partir de esta noción, se estableció como objetivo conocer las prácticas tecnológicas y acuerdos que sobresalen en sistemas agrícolas con pequeño riego para el manejo del agua como expresión de la racionalidad campesina.

Metodología

El referente empírico estudiado se conformó por los 2020 sistemas de riego en pequeño ubicados en el estado de Puebla, que abarcan una superficie de 118 968 ha gestionadas por 53 588 productores. En este estado, de acuerdo con los lineamientos para la gestión del agua en México, convergen cuatro regiones hidrológicas: Balsas, Tuxpan-Nautla, Papaloapan y Pánuco (INEGI, 2001). Las condiciones edafoclimáticas de estas regiones confieren a la entidad la disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea, para incorporarla al riego agrícola y otros usos que demanda la población.

Se utilizó el enfoque agroecológico para conocer el corpus de conocimientos que aplican los campesinos en la praxis agrícola, sobre el manejo del agua en sistemas agrícolas (Toledo, 1991). El estudio se realizó en el año 2009 y la información se obtuvo a través de un cuestionario precodificado y semiestructurado que incluyó preguntas cerradas y abiertas, relativas a características socioeconómicas de

los usuarios del riego: edad, escolaridad, integrantes de la familia, tenencia de la tierra, experiencia en las siembras en condiciones de riego, transacciones para solventar la escasez de agua, acuerdos y sanciones sobre la participación individual y colectiva. Estructura y funcionamiento de los sistemas de riego: tipo de sistema de riego, fuente de agua, superficie con riego por municipio, por sistema de riego y por productor, cultivos sembrados, volumen de agua concesionado, volumen de agua utilizado, nivel o espejo del agua en pozo, superficie planeada para regar, superficie real regada. Se encuestó a 105 productores que utilizaron el riego, mismos que fueron seleccionados mediante el muestreo aleatorio simple con varianza máxima a partir de la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N Z^2 \alpha / 2 p n q n}{N d^2 + Z^2 \alpha / p n q n}$$

donde:

n=Tamaño de la muestra

N=Tamaño de la población (53 588)

d=Nivel de precisión (0.10)

Z $\alpha/2$ = Nivel de confianza (0.95)

pnqn=Varianza (p = 0.5 q = 0.5)

$$n = \frac{53588 * 3.84 * 0.25}{53588 * 0.01 + 3.84 * 0.25} = \frac{5172.48}{535.88 + 0.96} = \frac{5144.48}{536.84} = 95.8$$

De acuerdo con esta técnica de muestreo, el resultado de la muestra representativa fue de 95.8 productores, cantidad que se cerró en 105 (figura 1).

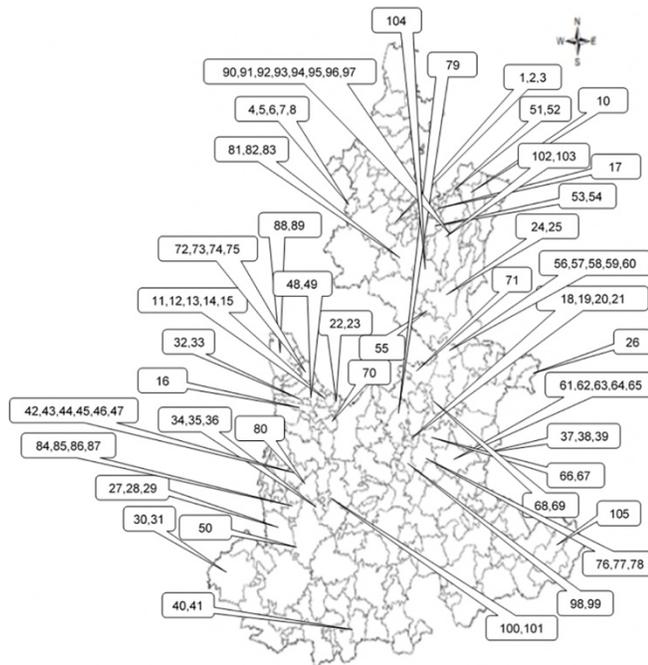


Figura 1. Distribución de los productores encuestados en los sistemas de riego del estado de Puebla.
Fuente: Elaboración propia

La información recolectada mediante el cuestionario se sistematizó y analizó con el *Software* SPSS 15.0, con estadísticos descriptivos: frecuencias, rangos, porcentajes, medias y desviación estándar cuyo balance se presenta a continuación.

Resultados y Discusión

Los sistemas agrícolas estudiados están gestionados por ejidatarios y pequeños propietarios, que tienen como forma de acceso a la tierra la tenencia ejidal y la propiedad privada, respectivamente; mismos que integran unidades de riego para administrar la tierra, el agua y la infraestructura de conducción y distribución para la producción de cultivos.

En Puebla se siembran 118 968 ha (11.7%) con riego y 892 674.9 ha (88.3%) en temporal, lo que hace un total de 1 011 643 ha. Esta superficie se distribuye en 535 457 unidades de producción, mientras que la superficie sembrada bajo riego es 53 588 ha, mismas que representan el 9.9% del total, las cuales están asociadas en 2 020 unidades de riego (INEGI, 2009). La superficie irrigada se distribuye en 208 municipios (95.8%), de los 217 que integran la entidad, con una superficie muy variada, al ubicarse en el rango que va desde 0.5 ha hasta las 8 083 ha, con una media de 571.9 ha por municipio.

De acuerdo con la superficie de riego estudiada, se encontraron desde 1 ha hasta 933 ha, distribuidas entre uno y 661 productores, respectivamente, con una media de superficie por productor de 1.6 ha y una desviación estándar de 3.8 ha, lo que muestra una amplia dispersión. Sin embargo, la media no llega al 50% de la superficie de riego promedio nacional por productor (Conagua, 2011).

La edad de los productores regantes osciló entre 23 y 84 años, con promedio de 53.1 y una desviación estándar de 14.1. Registraron una escolaridad muy variada, que va desde primaria incompleta hasta estudios profesionales, presentándose en mayor porcentaje los regantes que estudiaron algún grado de los estudios primarios, que sumando estos últimos a los que concluyeron la primaria, rebasan el 60%. La escolaridad alcanzada favoreció que el 87% pueda leer y escribir, contra el 13% que no cuenta con el conocimiento para hacerlo. La familia de los regantes está integrada por un promedio de cinco personas, con una desviación estándar de 1.8, con un mínimo de uno y un máximo de 10 individuos. Respecto a la experiencia de los sujetos participantes en el estudio, se encontró que el 80% ha realizado la actividad agrícola y el 63.8% ha incorporado el riego en sus siembras por más de 15 años. Por lo que de acuerdo con Santiago-Lastra & Perales-Rivera (2007), bajo esta característica, estos regantes son considerados *expertos* en la actividad que realizan.

Los encuestados informaron varias razones importantes por las cuales incorporaron el riego en sus cultivos, sobresaliendo entre estas la disponibilidad del recurso tanto en fuentes superficiales como subterráneas, las sequías recurrentes que afectan a sus cultivos de temporal, el poder ofertar sus cosechas en épocas distintas para alcanzar mejor precio y la rentabilidad que suponen los cultivos comerciales. Estas razones favorecieron la cohesión de los campesinos para implementar sus sistemas de riego, administrar el recurso agua y la infraestructura para fortalecer su agricultura, mejorar la producción y continuar su reproducción social.

En las superficies pequeñas sembradas con riego, se llegan a establecer hasta 28 cultivos por productor por año, que corresponden a los reportados en la entidad por el Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP) (2012), con diferentes arreglos espaciales y temporales, como lo reportado por Ocampo (2004) al estudiar el caso del canal San Félix en el Municipio de Atlixco, Puebla, mientras que en siembras de temporal solo se llegan a identificar cinco cultivos. En riego se hayan cultivos del grupo de los básicos, los forrajes y las hortalizas, dominando dentro del primer grupo el maíz, en el segundo la alfalfa y en el tercero el jitomate. Con el agua y la diversificación de cultivos se modifica la dinámica agrícola, al pasar del monocultivo al policultivo y de sembrar solo en primavera, y en algunos casos en otoño, a la siembra en tres estaciones, lo que aumenta la eficiencia de la tierra (Altieri, 1999).

El volumen de agua concesionado por sistema de riego registró un promedio de 699 817.9 m³ anuales, moviéndose de 81 438 m³ a más de 1 500 000 m³. Más del 70% de los encuestados tienen un volumen que no supera la media, situación también encontrada por Mestries & Bonilla (2010) entre los municipios de Palmar de Bravo, Quecholac, Tepexi de Rodríguez, Tochtepec, Tlacotepec, Molcaxac y Zacapala. Este escenario indica la alta variación que presenta el volumen de agua concesionado (tabla 1).

Tabla 1. Volumen de agua concesionado por sistema de riego en m³ anuales.

Rango (m ³)	Sistema de riego	
	Frec.	%
81 438-500 000	57	54.29
501 000-1 000 000	28	26.66
1 001 000-1 500 000	9	8.57
>1 500 000	11	10.57
Total	104	100

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Al comparar en la tabla 2 el volumen de agua concesionado para operar el proyecto de cada sistema de riego con el volumen de agua disponible y el volumen de agua extraído al momento de la encuesta, se detectó escasez del recurso (tabla 2), lo cual coincide con los reportes de Conagua, 2011; Neri, Ocampo, Escobedo, Pérez & Rappo, 2008 y Ocampo & Escobedo-Castillo, 2006.

Tabla 2. Volumen de agua en diferentes momentos de operación de los sistemas de riego.

Volumen	Promedio (m ³)	Desviación estándar
Concesionado	699 817.91	799 375.21
Disponible al momento de la encuesta	651 007.46	746 054.43
Extraído al momento de la encuesta	616 028.37	695 915.02

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Continuando con el tema de la escasez de agua, la encuesta reveló que los proyectos de los sistemas de riego autorizados de manera oficial comprendieron un promedio de 65.65 ha de superficie para regar, con una desviación estándar de 61.8. Sin embargo, la superficie que sembraron por sistema de riego en 2009 fue menor al promedio planteado en el proyecto. En ambas situaciones más del 80% de los productores se ubicó en el rango de 1 ha a 100 ha (tabla 3). La diferencia encontrada entre la superficie que contempló el proyecto y la superficie que se regó también la encontró Neri *et al.* (2008), aspecto que se debió a causas como la disminución de la cantidad de agua en la fuente, la venta de parcelas debido al crecimiento urbano sobre la superficie agrícola, la falta del pago de cuota de mantenimiento por parte de los productores y la pérdida de agua por evaporación e infiltración en canales sin revestimiento (tabla 3).

Tabla 3. Distribución de los productores por superficie para regar que comprendieron los proyectos concesionados de los sistemas de riego y superficie regada al momento de la encuesta.

Superficie (ha)	Productores por superficie para riego que comprende el proyecto		Productores por superficie regada	
	Frec.	%	Frec.	%
1 - 100	87	83.65	89	85.57
101 - 200	11	10.57	11	10.57
201 - 300	4	3.84	4	3.84
> 300	1	0.96	0	0
Total	104	100	104	100

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Para ratificar la información señalada sobre la escasez de agua, se tomó como referente el abatimiento del espejo del agua en los pozos, comparando la profundidad inicial al momento de la perforación del pozo en metros desde la superficie del suelo hasta donde estaba el nivel del agua (espejo del agua) con la profundidad encontrada al momento de la encuesta, información referida por los encuestados del reporte del monitoreo que realiza la Conagua a los pozos. Al respecto se encontró que la profundidad del espejo del agua en los pozos estaba a un promedio de 25.4 m, con una desviación estándar de 46.2 m. Para 2009 ese promedio aumentó a 27.6 m con una desviación estándar de 44.6 m, incrementado en 2.2 m en la profundidad del espejo del agua en los pozos. Esta situación se refuerza por otro hallazgo, cinco de los sistemas de riego pertenecientes a productores contemplados en la muestra estudiada dejaron

de operar, ellos mencionaron que “se secó la fuente de agua”, refiriéndose al manantial o derivadora. Por esta razón, la muestra se incrementó de 96 a 105 productores, con el afán de seguir indagando sobre este hecho, sin encontrar otro sistema de riego inhabilitado.

En los espacios hidroagrícolas estudiados, en 2007, se contó con cuatro modalidades de infraestructura: canales recubiertos, canales de tierra, aspersión y microaspersión, con dominancia de los de tierra o sin revestimiento, ambas infraestructuras se asocian al riego del tipo rodado, situación que no varía con la reportada en 2009, ya que ambos se decantan por el riego de menor eficiencia, abonando así a la problemática de escasez de agua. Sin embargo, el riego rodado también es el que requiere de menor inversión y es, por tanto, al que tiene acceso el sector social en cuestión (tabla 4). En adición a la infraestructura señalada, los sistemas de riego disponen de un canal principal, sublaterales y ramales, acequias, cajas repartidoras, compuertas para la regulación de gasto y compuertas de desagüe o desfogue, jagüeyes o depósitos de agua, hidrantes, pivotes, tanques de almacenamiento y cintillas. Esta infraestructura en algunos casos es elaborada por los mismos regantes; no obstante, es la que mantiene en funcionamiento los sistemas de riego.

Tabla 4. Infraestructura con la que contaron los productores para regar en la entidad poblana en 2007 y 2009.

Infraestructura	Productores			
	2007 INEGI		2009 Encuesta	
	Frec	%	Frec.	%
Canales recubiertos	12 705	23.71	24	22.85
Canales de tierra	38 580	72.00	60	77.14
Aspersión	3209	5.99	17	16
Microaspersión	114	0.26	3	3
Goteo	291	0.53	1	1
Otro	3 385	6.30		
Total	53 588*	100	105	100

*INEGI menciona que el total no coincide debido a que hay usuarios que usan más de una modalidad de infraestructura.

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo e INEGI (2009).

En el manejo del agua se identificaron prácticas campesinas que atienden la escasez del recurso, como los arreglos espaciales y temporales y la diversificación de especies cultivadas, prácticas caracterizadas a favor de la estructura y funcionamiento de los agroecosistemas para fortalecer interacciones benéficas entre sus componentes (Altieri & Nicholls, 2009; Altieri & Nicholls, 2008). Las rotaciones de cultivo encontradas no siguen un patrón planificado, lo que abre la oportunidad para diseñar un patrón de rotación de cultivos. Cada regante dispone de distintas dimensiones de terreno y cantidad de agua, mano de obra y recursos económicos. El productor se vincula de manera distinta al mercado y percibe o conoce distintos aspectos de las condiciones climáticas, condicionantes que influyen para definir su patrón de cultivos. Se detecta la siembra de grupos de cultivos por época del año, la existencia de arreglos espaciales y temporales, cambios cíclicos como elemento de la diversidad, al encontrar cultivos tanto en el ciclo de primavera, de verano y de otoño, así como algunos cultivos perennes como frutales, alfalfa, trébol y pasto, lo que propicia encontrar hasta nueve cultivos por año, por productor. Lo anterior difiere en el secano donde solamente pueden ascender hasta tres especies. Estos aspectos coinciden con lo encontrado por Ocampo (2004). Se identifica que los regantes despliegan una estrategia multiuso de los recursos naturales al manipular, no solamente elementos aislados o desarticulados sino conjuntos o totalidades ecosistémicas (Toledo, 1993; Toledo & González, 2007). También es posible encontrar rasgos de una

economía cerrada que usa tecnología local y tradicional: aplican energía procedente de la materia viva y la complementan con energía de procedencia fósil (Sevilla & González, 1993).

El manejo de la distribución y programación del riego está basado en la tanda o turno, sistema de manejo del agua en el cual se programa el lugar del canal donde el regante tomará el vital líquido además del tiempo en horas por día, semana, quincena o mes, según la disponibilidad, sin considerar el cálculo de la demanda hídrica del cultivo. Es una regla consuetudinaria que postula que cada regante solo hace uso del agua por el tiempo y el lugar del canal asignado, regla en la que prima el respeto personal. A este respecto, Montes de Oca-Hernández, Palerm-Viqueira & Chávez-Mejía (2012) plantean que las mejoras en la distribución del agua en los sistemas de riego se relacionan con los procesos organizativos de las comunidades.

Los productores tuvieron acceso en promedio a 12 tandas o turnos de agua por año, un riego cada mes, con una desviación estándar de 10.5. Mastries & Bonilla (2010) encontraron que con 12 horas de agua cada 12 días por productor las plantas necesitan riego antes del próximo turno. Los turnos han variado en número y tiempo por productor, así lo indicó el 42.7% de los informantes. Debido a esto, el 25.7% señaló que el volumen de agua a que tuvo acceso durante el año 2009 no fue suficiente para irrigar la superficie sembrada. Con esos turnos de acceso al agua, pudieron llevar a cabo la irrigación de 2 ha en promedio, con una desviación estándar de 2.5 ha. Con el volumen de agua que se asignó en las 12 tandas por productor solo pudieron regar el 77.8% de la superficie total sembrada, por lo que el volumen de agua recibido no fue suficiente para irrigar la superficie sembrada. También indicaron que el número de turnos y el tiempo de estos han variado. Esa misma tendencia fue encontrada por Neri *et al.* (2008) al indicar que, en dos sistemas de riego estudiados, el 25.9% reveló que el volumen de agua asignado no cumplió con la expectativa de la superficie a sembrar, por lo que solo el 66.6% irrigó la superficie programada.

El tandeo es la base del manejo del agua, es la medida de dotación de agua por productor, acción que propicia el orden social entre usuarios y funciona para la distribución con equidad. Para efectuar el riego, sobre todo el rodado, se realizan una serie de prácticas antes de iniciar y durante la actividad. Con anticipación nivelan el suelo, surcan en busca de la pendiente que mejor ayude a distribuir el agua y no erosione el suelo. Para lograrlo, hacen surcos o melgas (camas) para la siembra en función de lo que demanda el cultivo. Preparan contra acequias, las regaderas y los portillos para distribuir y controlar el agua. Durante el riego conducen el agua por la contra acequia y la controlan con los portillos, propician los achololes (agua que rebosa los surcos o melgas) y cuando estos se manifiestan pendiente abajo, el agua es conducida o regresada a la parcela o, bien, aprovechada en parcelas vecinas pendiente abajo (Rodríguez, Ávalos & Palerm, 2004). Con la generación de achololes pareciera que el recurso se estuviera manejando de manera irracional; sin embargo, su aparición es indicador de que el terreno que está en riego se ha saturado de agua, lo que garantizará que la parcela retenga la mayor cantidad de agua posible para que el cultivo soporte hasta el siguiente turno. Sin embargo, esto puede resultar contraproducente para el rendimiento del cultivo, debido a que con exceso de humedad se interrumpe la asimilación de nutrientes por la falta de oxígeno. En este caso, el estrés termina en la medida en que el agua se infiltra en el suelo, en oposición al estrés por falta de agua donde si no se suministra, lo que termina es la vida de la planta.

El número de riegos por cultivo fue heterogéneo debido a que hay cultivos donde solamente se usa la punta de riego, como ocurrió con el sorgo, la jícama y la cebada, y después se acogen al temporal. Los cultivos a los que aplicaron mayor número de riegos fueron alfalfa, haba y chile; en alfalfa hay razón por ser un cultivo perenne, pero en los otros dos se considera que el manejo del agua es deficiente. Otra discrepancia encontrada fue que el número mayor de riegos aplicados a un cultivo no coincidió con el volumen de agua que fue mayor en caña, chile y alfalfa; sin embargo, en el último caso, el cultivo debió haber presentado estrés hídrico, debido a que la alfalfa en el sistema de riego del canal San Félix, municipio

de Atlixco, demanda un volumen de hasta 11 254.3 m³ por hectárea, estrés que ocurrió también en los cultivos de maíz elotero y epazote, donde el volumen de agua utilizado fue menor que el calculado por Ocampo (2004). Por el contrario, cultivos como cilantro, tomate, calabaza, frijol, huauzontle, maíz forrajero, maíz grano y cebolla utilizaron un volumen de agua superior al calculado por Ocampo (2004) (tabla 5). El número de riegos por cultivo se determina por el ciclo vegetativo, las condiciones ambientales, la época de siembra y el tandeo, lo que se asemeja a la propuesta de la ecología cultural del riego (Mateos, Martínez & Palerm, 2008). Estos autores coinciden con Ojeda-Bustamante, Sifuentes-Ibarra & Unland-Weiss (2006) al plantear que el riego en los cultivos está en función de la disponibilidad de agua y factores de la especie, el suelo y el ambiente. Los que requieren más riegos son los perennes, seguidos de los cultivos de ciclo vegetativo de intermedio a largo y por último los que se pueden sembrar en cualquier época del año. Los cultivos presentes en la región se pueden agrupar en tres grupos según su época de siembra a fin de optimizar el riego: 1) cultivos con periodo de producción definido con necesidades de agua que se concentran en un periodo del año: cilantro, tomate, calabaza, haba, coliflor, col, lechuga, brócoli y huauzontle; 2) los cultivos de ciclo intermedio a largo que se pueden sembrar durante todo el año: cebolla, jícama, camote, caña, cebada, avena, sorgo, frijol y maíz; y 3) cultivos perennes, que se manejan por más de un año con necesidades de agua durante el tiempo que se mantengan en producción como los frutales, alfalfa, trébol, pasto y aromáticas.

Tabla 5. Distribución de riegos, volumen de agua y necesidades de agua por cultivo y por hectárea.

Cultivo	Número de riegos	Volumen de agua usado por ha (m ³)	Necesidades de agua por ha (m ³) *	Cultivo	Número de riegos	Volumen de agua usado por ha (m ³)	Necesidades de agua por ha (m ³) *
Sorgo	6	3340.8		Camote	5	2700	
Jícama	2	3600		Maíz elotero	8	4794	6059.4
Frijol	8	5392.46	2742.2	Avena	8	6278	
Cacahuete	5	2700		Cebolla	11	5440	4329.93
Alfalfa	15	9052.5	11 254.3	Coliflor	7	6698	
Cilantro	7	4968	2949.4	Col	10	5760	
Calabaza	6	4622	3166.3	Lechuga	8	5925	
Tomate	11	6820	4396.15	Epazote	8	3749	14 065.6
Huauzontle	11	4032	3506.8	Brócoli	6	6872	
Maíz forrajero	6	7680	3423.8	Trébol	4	8784	
Papa	9	5021		Cebada	6	2721	
Maíz grano	9	6523	6059.4	Chile	12	9256	
Pasto	8	3226		Caña	10	14 246	
Haba	12	2095					

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo y *(Ocampo, 2004).

Otro mecanismo para solventar el déficit de agua y regar la superficie faltante puede ser: aplicar solo uno o dos riegos por ciclo y después acogerla al temporal, así como acudir a los préstamos o la compra de agua, acompañado de una evaluación tanto de la disponibilidad del recurso hídrico como de su demanda

para cada zona de riego a fin de planificar y evitar la explotación asociada a la desvaloración del agua por su bajo costo (Mestries & Bonilla, 2010).

En torno a la problemática de pérdida de agua durante el riego, en este estudio, 52% de los productores indicaron que tienen pérdidas de agua durante su curso hacia la parcela, mientras que el 29.59% reportaron pérdidas durante el riego. Ambos tipos de pérdida pueden atribuirse a la dominancia de canales de riego a cielo abierto sin revestir (INEGI, 2009).

Para superar los problemas sobre la pérdida de agua, los productores mencionan acciones como: el revestimiento de canales, el tapado de galerías que hacen los roedores como las tuzas y la participación de más personas durante el riego. A estas acciones se pueden sumar el desarrollo de capacidades sobre el manejo del agua y alternativas tecnológicas como el riego por aspersión, goteo y acolchado durante el invierno.

Respecto a la organización social en el funcionamiento de los sistemas de riego, se encontraron diversos problemas según los resultados de la encuesta (tabla 6). Se tiene que el 17.58% de los encuestados consideraron que la baja participación en las faenas para el mantenimiento del sistema es un problema importante, pero sobre todo lo son los bajos precios y el acaparamiento en la comercialización de sus productos (con un 37.36% de reconocimiento por los productores encuestados), que sin duda son un motivo de desaliento de la participación positiva en la mejora del sistema y se constituye en un incentivo para la búsqueda de alternativas económicas que a su vez reducen la participación en las faenas y además dejan afuera a los productores con experiencia y conocimiento de las tecnologías de riego, lo que ocasiona el mal manejo y desaprovechamiento del agua, como lo indicaron Mestries & Bonilla (2010) para los productores del valle central de Puebla.

Tabla 6. Problemas limitantes del funcionamiento de los sistemas de riego.

Problema	Tipo	Frec.	%
No participar en faenas	Organización	16	17.58
Abuso en cantidad de agua	Organización	2	2.19
Monopolizar el poder	Organización	1	1.09
Fallas en bomba	Administración	4	4.39
Robo	Organización	3	3.29
Negarse a cambio de sistema	Organización	1	1.09
Dificultad para renovar concesión	Administración	2	2.19
No alcanza para pago de energía eléctrica	Administración	5	5.49
Déficit de agua	Administración	1	1.09
Desatender las labores propias para atender el sistema	Organización	5	5.49
Plagas	Técnico	5	5.49
Plagas y precios bajos	Técnico y comercialización	1	1.09
Plagas, Precios bajo y fletes caros	Técnico y comercialización	1	1.09
Bajos precios y falta de asistencia técnica	Técnico	7	7.69
Plagas y enfermedades	Técnico	1	1.09
Bajos precios y acaparadores	Comercialización	34	37.36
Venta de terrenos a inmobiliarias	Organización	1	1.09

No están dados de alta en hacienda los compradores	Administración	1	1.09
Bajo factor de Potencia	Técnico	1	1.09
Total		91	100

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

La demanda de los productores es tener más horas de riego. El uso eficiente y sustentable del agua depende de su organización y capacidad de gestión tanto individual como colectiva, entre las que se encontraron reglas sobre el manejo del agua, limpieza y mantenimiento de la infraestructura de riego, sanciones ante incumplimiento de faenas y robos de agua (generalmente convenidas en aportaciones en efectivo, por lo que el incumplidor debe hacer las aportaciones que se le asignen de acuerdo con la falta en asamblea general). De acuerdo con Mestries & Bonilla (2010), en algunas sociedades se prestan horas de riego entre los socios, mientras que también existen los arreglos intersocios para rentar turnos adicionales, lo cual en la región de estudio es una práctica común. En esta, el 3.8% de los productores dan o toman "a medias" el 2.8%, dan o toman "en renta" tanto agua como parcelas. Los productores indicaron que en el acuerdo de renta el agua se debe utilizar para la parcela en renta, y no en otros terrenos. La medianía y la renta son dos prácticas sociales que ocurren tanto en las siembras de riego como en las de temporal. Así mismo, se presenta tanto el préstamo en el 4.7% de los productores como la compra de agua en el 14.2%, que en suma con la medianía y la renta son un 25.6% de los productores quienes realizan estos arreglos.

Conclusiones

En materia de gestión del agua para la agricultura, a lo largo de la zona de estudio se encontró que las razones que originaron los sistemas de riego presentes en el estado de Puebla fueron las sequías recurrentes derivadas del cambio climático, la necesidad de diversificar la producción y ofertar los productos en distintas fechas del año para conseguir un mejor precio, así como también la disponibilidad de agua en fuentes superficiales y subterráneas. Con la incorporación del riego se favoreció la dinámica agrícola, al pasar de sembrar de una a tres estaciones al año, así como también permitió el cultivo de especies perennes. El riego funciona con base en el tandeo o turno; sin embargo, no se considera el cálculo de la demanda hídrica del cultivo. Asimismo, se observó que el volumen de agua disponible no alcanzó para irrigar la superficie programada, como lo indicó el 25.7% de los productores y solamente les fue posible regar el 77.8% de la misma. Es relevante mencionar que los productores informaron que en los pozos el espejo del agua se abatió en 2.2 m, lo que indica una disminución importante del vital líquido.

Resulta importante considerar la infraestructura para el riego que se integra por las modalidades de: canales recubiertos, canales de tierra, aspersión, microaspersión y goteo, con dominancia de los canales de tierra que generan un tipo de riego de menor eficiencia. Asimismo, se identificaron prácticas agrícolas individuales y colectivas como: los arreglos espaciales y temporales de los cultivos, la rotación, la diversificación, el reúso del agua de achololes y la punta de riego. Los productores realizan acciones colectivas como la emergencia de reglas consuetudinarias para atender los problemas que ocurren en el mantenimiento de canales, ante problemas de venta o renta de agua o tierra, fugas de agua y problemas organizativos. Otro factor importante para considerar es la escolaridad de la mayoría de los productores poblanos que acceden a los sistemas de riego, lo que les facilita saber leer y escribir al 87%. Este hecho favorece la comunicación tanto de forma oral como escrita y puede servir de base para su inclusión en el desarrollo de capacidades y habilidades en el manejo eficiente del agua. Con base en su experiencia en la agricultura de riego, el 80% de los productores registró más de 15 años en esta actividad, lo que los clasifica en la categoría de productores con amplia experiencia.

Tanto la organización social en la gestión del agua como los resultados de esta que han determinado estrés hídrico en los cultivos presentes en la zona constituyen una crisis en el manejo del agua y la racionalidad campesina, lo cual representa una oportunidad para realizar acciones de investigación, intervención y mejora, que propongan alternativas a los sistemas de pequeño riego estudiados en el estado de Puebla.

Referencias

- Altieri, M. A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad.
- Altieri, M. A. (2008). El papel estratégico de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (Socla) frente a los desafíos y oportunidades para una agricultura sustentable en la América Latina y el Caribe del siglo XXI. *Agroecología*, 3, 87-95.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. L. (2009). Escalonando la propuesta agroecológica para la soberanía alimentaria en América Latina. *Agroecología*, 4, 39-48.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus propuestas adaptativas. *Agroecología*, 3, 7-28.
- Chávez-García, E., Rist, S., & Galmiche-Tejeda, Á. (2012). Lógica de manejo del huerto familiar en el contexto del impacto modernizador en Tabasco, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9(68), 177-200.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (13 de febrero de 2002). *Programa nacional hidráulico 2001-2006*. Comisión Nacional del Agua (Conagua).
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2011). *Estadísticas del agua en México, edición 2011*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el 20 de febrero de 2018 de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-EAM2011.PDF>
- Escobedo, J. F. (1997). El pequeño riego en México. En: S. T. Martínez, & V. J. Palerm, (Eds.), *Antología sobre pequeño riego Vol. I*. (pp. 285-316). México: Colegio de Postgraduados/Plaza y Valdés.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2013). México. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 16 de enero de 2018 de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/MEX/indexesp.stm
- Guzmán, C. G., & Morales, H. J. (2012). Agroecología y agricultura ecológica. Aportes y sinergias para incrementar la sustentabilidad agraria. *Agroecología*, 6, 55-62.
- Holt-Giménez, E. (2008). *Campesino a Campesino. Voces de Latinoamérica. Movimiento Campesino para la Agricultura Sustentable*. Managua, Nicaragua: Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS).
- Hunt, R. C. (1997). Sistemas de riego por canales: Tamaño del sistema y estructura de la autoridad. En: S. T. Martínez, & J. Palerm (Eds.). *Antología sobre pequeño riego*. (pp. 185-221). Coahuila, México: Colegio de Postgraduados/Plaza y Valdés.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2001). *Anuario estadístico. Puebla*. Tomo 1. México. Recuperado el 20 de enero de 2018 en http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1334/702825157418-1/702825157418-1_1.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). *VIII Censo Agrícola, ganadero y forestal 2007*. Recuperado el 23 de enero de 2018 en <https://www.inegi.org.mx/programas/cagf/2007/default.html#Tabulados>
- Landini, F. (2011). Racionalidad económica campesina. *Mundo agrario*, 12(23), 1-27.

- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales. El marco de Evaluación MESMIS*. Michoacán, México: Mundi-Prensa/ Gira.
- Martínez, T. (2000). El pequeño riego en México: Por una socioeconomía del agua. En: S. T. Martínez, & J. Palerm (Eds.). *Antología sobre pequeño riego, Organizaciones autogestivas*. (pp.10-30). México: Colegio de Postgraduados.
- Mateos, L., Martínez, S. T., & Palerm, J. (2008). Ecología cultural del riego: Una estrategia de investigación. *Taller Internacional Red Riegos (CYTED)*. doi: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3990.8242>
- Mestries, F., & Bonilla, T. (2010). Crisis de sustentabilidad de la agricultura de riego en el valle central de Puebla. *Estudios Agrarios*, 16(43), 15-28.
- Montes de Oca-Hernández, A., Palerm-Viqueira, J., & Chávez-Mejía, M. C. (2012). El sistema de riego Tepetitlán, México: Mejoras en la distribución del agua a partir de la transferencia. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(1), 77-101.
- Morales, H. J. (1999). *La articulación entre el potencial endógeno y entorno externo, en el diseño de estrategias de agricultura sostenible para la comunidad de Juanacatlán, Jalisco, México* (Tesis de Doctorado). Universidad de Córdoba, España.
- Neri, N. R., Ocampo, F. I., Escobedo, C. J. F., Pérez, M. A., & Rappo, M. S. E. (2008). Análisis de la sustentabilidad en sistemas agrícolas de pequeña irrigación. El caso de San Pablo Actipan. *Ra Ximhai*, 4(2) 139-163.
- Ocampo, F. I. (2004). *Gestión del agua y sustentabilidad en los sistemas de pequeño riego. El caso del Canal San Felix, Atlixco, México* (Tesis de Doctorado). Universidad de Córdoba, España.
- Ocampo, F. I., & Escobedo-Castillo, J. F. (2006). Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. *Ra Ximhai*, 2(2), 343-371.
- Ojeda-Bustamante, W., Sifuentes-Ibarra, E., & Unland-Weiss, H. (2006). Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agrociencia*, 40(1), 13-25.
- Palerm-Viqueira, J. (2005). Gobierno y administración de sistemas de riego. *Región y Sociedad*, 17(34), 03-33.
- Ramírez, J. J., & Méndez-Espinoza, J. A. (2007). *Transformaciones agrarias y estrategias de reproducción campesina en el Soconusco. Chiapas*, México: Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Campus Puebla.
- Rodríguez, H. B., Ávalos, G. C., & Palerm, V. J. (2004). Los achololes, una cultura de riego amenazada en el río Cuautla, México. En *Boletín Archivo Histórico del Agua: Organizaciones autogestivas para el riego*, 4, 36-44. Recuperado el 25 de enero de 2018 de <http://132.248.9.34/hevila/Boletindelarchivohistoricodelagua/2004/vol9/noesp/4.pdf>
- Santiago-Lastra, J. A., & Perales-Rivera, H. R. (2007). Producción campesina con alto uso de insumos industriales: el cultivo de repollo (*Brassica oleracea var capitata*) en los Altos de Chiapas. *Ra Ximhai*, 3(2), 481-507.
- Sevilla, G. E., & González, M. M. (1993). Ecología, campesinado e historia: Para una reinterpretación del desarrollo del capitalismo en la agricultura. En: G. E. Sevilla, & M. González de Molina (Eds.). *Ecología, campesinado e historia* (pp. 23-130). Madrid, España: La Piqueta.
- Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP). (2012). Siembras y cosechas. Recuperado el 26 de enero de 2018 de http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do
- Toledo, V. M. (1991). *El juego de la supervivencia. Un manual para la investigación etnoecológica en Latinoamérica*. Santiago de Chile: Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrolloamericano (CLADES).
- Toledo, V. M. (1993). La racionalidad ecológica de la producción campesina. En: E. Sevilla, G. E., & González de Molina, M. (Eds.). *Ecología, campesinado e historia* (pp. 197-218). Madrid, España: La Piqueta.
- Toledo, V. M., & González de Molina, M. (2007). El metabolismo social: Las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En: Garrido, P. F., & González de Molina, M., Serrano, M. J. L., & Solana, R. J. L. (Coords.). *El paradigma ecológico en las ciencias sociales* (pp. 85-112). Barcelona, España: UNAM/Icaria
- Toledo, V. M. (2012). La agroecología en Latinoamérica: Tres revoluciones, una misma transformación. *Agroecología* 6, 37-46.