

## Tendencias del uso agrícola del agua en tres municipios del bajo michoacano

### *Trends in the use of water for agriculture in three municipalities in the Bajío michoacano*

**Octavio Martín González-Santana**

El Colegio de Michoacán  
Zamora, Michoacán, México  
octavio@colmich.edu.mx

**Resumen** — La modernización de la agricultura y la producción de cultivos para exportación, impacta fuertemente en el ámbito rural. En el análisis exploratorio discutiremos el cambio de los patrones de cultivo y su efecto en el consumo de agua subterránea en municipios michoacanos. Específicamente examinamos las presiones que sufre un acuífero de una subcuenca, así como una desigual distribución de los recursos hídricos. Desde una perspectiva geográfica, utilizamos tres variables para evaluar la presión ejercida sobre los recursos hídricos: cantidad de pozos, volumen concesionado y profundidad de perforación. Ese primer acercamiento permite visualizar las áreas que están en riesgo de sobreexplotación, pues se han hecho muy pocos estudios hidrológicos sobre el nivel de equilibrio hidráulico de los acuíferos en México. Otro aspecto dilucidado es por qué hay un grado de concentración de pozos en un sitio determinado desde mediados de 1980.

**Abstract** — *Modernization in agriculture and crops produced for export crops strongly impact in rural areas. We preliminarily analyze changes in crop patterns and their potential impact on groundwater consumption in three municipalities in the state of Michoacán (western Mexico). Specifically, it examines the pressures exerted on the aquifer of a sub-basin of the Lerma River, and the conditions of an unequal distribution of hydric resources. From a geographic perspective, we use three variables to evaluate the pressure placed on hydric resources: the number of deep wells, their depth, and the volume of water authorized in concessions. This first approximation allowed us to visualize areas that are at risk for over-exploitation, an important advance, since few hydrological studies have been conducted on the level of hydraulic equilibrium of aquifers in Mexico. Finally, we also focused on the increase in well-drilling in the area around this aquifer in the Bajío michoacano.*

---

**Palabras clave:** Agricultura industrial, Irrigación, Patrón de cultivos, Consumo de agua, Pozos profundos

**Keywords:** Industrialized agriculture, Irrigation, Crop patterns, Water consumption, Deep wells

**Información Artículo:**

Recibido: 7 febrero 2017

Revisado: 27 mayo 2017

Aceptado: 27 septiembre 2017

## INTRODUCCIÓN

Con la industrialización de la agricultura, y la especialización en cultivos destinados a los mercados internacionales, el ámbito rural ha experimentado múltiples cambios: en los mercados de trabajo, o en la tecnología utilizada en las actividades agrícolas, por ejemplo. En el análisis exploratorio que presentamos discutiremos otros efectos: el cambio de los patrones de cultivo y su impacto en el consumo de agua subterránea en tres municipios michoacanos. Específicamente observaremos las presiones que se están ejerciendo sobre acuíferos de una subcuenca, así como una desigual distribución de los recursos hídricos. El escenario no es tan crítico como el de otros acuíferos de la cuenca Lerma-Chapala-el del valle-Irapuato o el de Celaya en Guanajuato (CNA) y otros de Querétaro<sup>1</sup>; pero creemos que se requerirán futuros análisis, además de acciones para ordenar la situación. Desde una perspectiva geográfica, utilizamos tres variables para evaluar la presión ejercida sobre los recursos hídricos, a saber: cantidad de pozos, volumen concesionado y profundidad de perforación. Con ese primer acercamiento se permite visualizar las áreas que están en riesgo de sobreexplotación, pues son muy pocos los estudios hidrológicos que se han hecho sobre el nivel de equilibrio hidráulico de los acuíferos en México<sup>2</sup>. Otro aspecto que también requiere explicarse es por qué hay un grado de presión más alta en un sitio determinado, es decir las zonas de concentración de extracción del agua. En este caso examinamos una variable socioeconómica, el cambio de patrón de cultivos que inicia a mediados de 1980, y el aumento de perforaciones de pozos en una zona de un acuífero en el bajío michoacano<sup>3</sup>.

De acuerdo a datos del Banco Mundial, el norte y centro de México son las áreas donde la población crece en proporciones mayores que el sur, las dos representan más del 80% del PIB del país y el 75% de la actividad industrial. Son, también, áreas donde se acentúa la crisis del agua. En Guanajuato, entidad ubicada en el Altiplano, el abatimiento que se percibe en las porciones del centro y del norte, encendió una alerta en las autoridades federales y estatales para evitar que lleguen a aplicarse medidas legales drásticas a fin de proteger los recursos hídricos subterráneos y poder así garantizar el abasto urbano, como indica la Ley de Aguas Nacionales<sup>4</sup>.

En Michoacán, por otra parte, el procesamiento industrial de alimentos es una actividad menos dinámica, sólo genera el 3% de los ingresos totales. Aunque dicha entidad federativa es el segundo productor agrícola a nivel nacional: 27,6% de sus ingresos provienen de la

producción de granos; 6% de la producción de forrajes; 20% de los cultivos de hortalizas y 44% de frutales<sup>5</sup>. Además, es el principal exportador de aguacate y también ha logrado una especialización en la fresa y otras berries. Por ello, el agua es una de las principales bases productivas del sector agropecuario, pues mediante el acceso al regadío se aseguran las cosechas.

Los tres municipios de los que hablaremos enseguida –ubicados en la cuenca media del río Lerma– se dedican al cultivo de granos y forrajes como el trigo y la cebada, en el ciclo otoño-invierno y de las hortalizas, en el de primavera-verano. Después de las décadas de 1960 y 1970, cuando se formó el Distrito de Riego 087 Rosario-El Mezquite y se construyó la presa Melchor Ocampo inició la modernización de la agricultura. En años posteriores (1982 y 1983) la intensa sequía hizo disminuir la cantidad de agua almacenada en la presa Melchor Ocampo por lo cual se autorizó la perforación de pozos<sup>6</sup>. Paralelamente, a mediados de 1980 se intensificó la producción de hortalizas, en mayor medida en el municipio de Yurécuaro. En la actualidad los tres municipios tienen diferentes concesiones de agua superficial: Yurécuaro obtuvo un volumen de 8, 456.726,00 metros cúbicos anuales, con zonas ubicadas en el valle y Numarán (699.840,00), mientras que a La Piedad le concesionaron 2, 464.085,76. En el caso del acuífero Briseñas-Yurécuaro, clasificado por CONAGUA como un acuífero sobreexplotado, no están disponibles datos sobre niveles estáticos en años recientes (el último se hizo en 1992 y se realizó un sondeo en una muestra pozos en 2002), tampoco hay monitoreo y seguimiento oficiales del aprovechamiento de aguas subterráneas en la agricultura, por tal motivo mediante las variables mencionadas –volumen concesionado, profundidad de perforación y número de pozos– se pueden visualizar geográficamente las condiciones de presión hídrica. Para explicarnos por qué se concentra la extracción en una zona incorporamos en este ejercicio una variable socioeconómica, la evolución en los patrones de cultivo.

## ACERCAMIENTO METODOLÓGICO

Varios autores<sup>7</sup> proponen adoptar una metodología denominada Presión-Estado-Respuesta que se ha empleado para el diseño de políticas ambientales. Mediante este modelo se describe la acción antropogénica sobre algún elemento del ambiente (aire, agua, suelo). En este sentido, el modelo se enfoca en “aquellas presiones subyacentes o indirectas (o sea una actividad propiamente o las tendencias importantes desde un punto de vista ambiental, así como las presiones inmediatas o directas (es decir, utilización de recursos y sus tendencias y evoluciones dentro de un periodo de tiempo determinado)<sup>8</sup>. Los mismos autores consideran que el REPDA (Registro de Propiedad de los Derechos del Agua) a cargo de la Comisión Nacional del AGUA

<sup>1</sup> Maraño, 2000.

<sup>2</sup> Carabias y Landa, 2005, 23-44.

<sup>3</sup> El bajío mexicano se ubica a unos 150 kilómetros de la ciudad de México, ocupando una gran extensión de Guanajuato y partes de Jalisco, Querétaro, Aguascalientes y Michoacán. Las más de 400 mil hectáreas conforman llanuras feraces y mesetas escalonadas que descienden desde la presa Solís, en las inmediaciones de San Juan del Río, hasta el lago de Chapala. Las principales derivaciones para riego provienen de diversos afluentes más que del río Lerma que da nombre a la cuenca son: los ríos Querétaro o Apaseo, Laja, Silao, Turbio, Duero, Grande de Morelia y la Patera forman subcuencas. (Sánchez, 2002).

<sup>4</sup> López Espinoza, 2017, ms.

<sup>5</sup> Agricultura en Michoacán, 2013. Flores Estrada, 2013, Palacio Legislativo.

[http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos\\_realizados/ciclo\\_talleres\\_competitividad/taller\\_3/martha\\_flores\\_estrada.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/ciclo_talleres_competitividad/taller_3/martha_flores_estrada.pdf)

<sup>6</sup> Puga y Tirada, 1992, 185.

<sup>7</sup> Díaz et. al., 2013, 93-103.

<sup>8</sup> Polanco, 2006, 27-41.

contiene indicadores de presión como el volumen de agua concesionado y la profundidad de perforación, dos elementos que se vinculan con la demanda que se despliega sobre los recursos hídricos subterráneos.

Además del procesamiento de la información obtenida en el REPDA, aprovechamos los registros que indican la ubicación geográfica de los pozos para obtener una imagen espacial (mapa) del área de concentración de los mismos. Una base de datos de la CFE nos permitió identificar cuáles se relocalizaron y en cuáles cambiaron los titulares de derechos. Asimismo entrevistamos a funcionarios de instituciones agrarias y del sector hídrico para cotejar información.

Relacionamos otra variable socioeconómica, el cambio en el patrón de cultivos de granos a hortalizas en un área del municipio de Yurécuaro con datos sobre la intensificación del uso del agua subterránea. Adoptamos la metodología que emplea CONAGUA para el cálculo de láminas por cultivo y el volumen que se aplica.

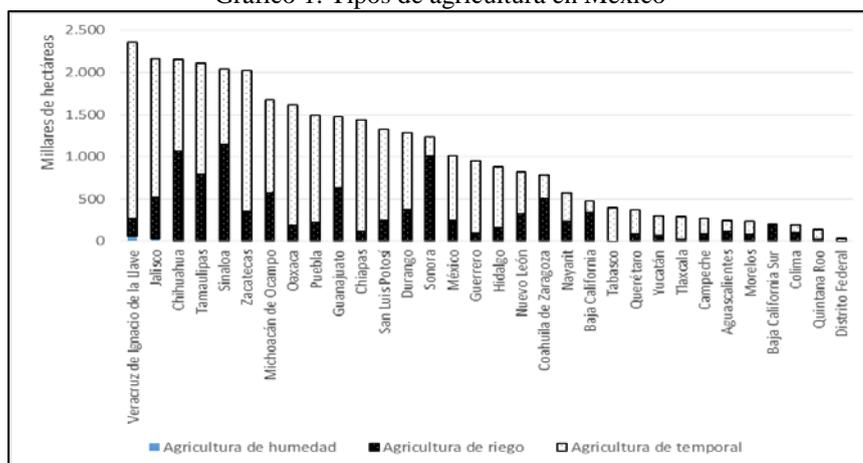
Sabemos que la problemática de los usos consuntivos y las políticas de asignación y explotación de agua para el campo no es un tema que figure en la agenda pública, como sí ha sucedido con debates sobre la inequidad de género o el derecho humano al agua. Sin embargo, las políticas prevalecientes en el campo han fortalecido la especialización de la producción agrícola, el monocultivo y el aumento de la apropiación de la tierra y, también, de los recursos hídricos como la vía más deseable para el medio rural en nuestro país. Habrá que revisar otras alternativas adecuadas a las regiones, que además de perseguir el desarrollo socioeconómico puedan ser conciliables con la sustentabilidad.

#### UN ESBOZO DEL CONTEXTO HIDROAGRÍCOLA MEXICANO

Partiendo los datos concentrados en el gráfico 1 sobre el uso del suelo en México, puede hacerse una estimación de la superficie agrícola de acuerdo a los conceptos que propone INEGI sobre los tipos de agricultura (humedad<sup>9</sup>, riego y temporal). La figura muestra las entidades donde tiene mayor presencia la agricultura irrigada, como Sonora o Sinaloa, mientras que las tierras de temporal, donde los cultivos dependen de las lluvias para su

crecimiento, se ubican en el centro y sur del país. En una situación intermedia en el balance hidráulico, está el Centro Occidente, muy en especial lo que se conoce como el Bajío de México.

Gráfico 1. Tipos de agricultura en México

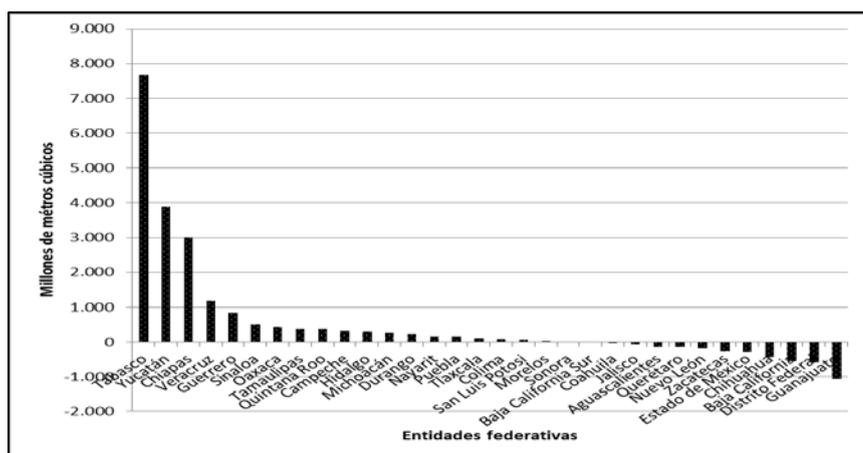


Fuente: INEGI/USV/V5, 2015.

Si añadimos otro criterio para caracterizar mejor la agricultura de riego, sobre la base de las fuentes de agua utilizada, sean aguas superficiales o subterránea, la situación cambia dado que sólo en Sinaloa se extrae agua subterránea en pequeño volumen, pues en gran parte de la superficie agrícola se aplica agua superficial.

Con respecto a la disponibilidad del agua subterránea, según el gráfico 2, en el sureste del país es mayor el volumen disponible (el 68%) mientras que en el centro, norte y noreste se tiene la disponibilidad de (32%)<sup>10</sup>. Lo que de entrada pone en guardia sobre la asignación de agua subterránea para la actividad agrícola en las regiones del centro del país, si es que no se toman medidas necesarias para enfrentar un escenario cada vez más problemático debido al crecimiento de la población y la actividad económica.

Gráfico 2. Disponibilidad de agua subterránea en México al 2014



Fuente: CONAGUA 2015.

<sup>9</sup> El concepto de agricultura de humedad, según la guía para la interpretación de cartografía, es el siguiente: Cuando se aprovecha la humedad del suelo, independientemente del ciclo de las lluvias y que aún en época seca conservan la humedad, por ejemplo zonas inundables como pueden ser los lechos de los embalses cuando dejan de tener agua (INEGI, 2015).

<sup>10</sup> Caldera y Ortega, 2009, 113.

## LOS RECURSOS HÍDRICOS DEL ESTADO DE MICHOACÁN

Históricamente, en lo que ahora es el estado de Michoacán ha existido una larga tradición agrícola, acorde a una estructura tradicional que en las últimas décadas se ha modernizado con la mayor aportación de la industria (1,8%) y el sector de los servicios (2,5%) al PIB (Producto Interno Bruto). Ese proceso se ha sostenido aprovechando las aguas superficiales y subterráneas disponibles. En el contexto nacional, Michoacán se encuentra en una situación privilegiada respecto a la disponibilidad de agua superficial ya que del escurrimiento virgen que generan las 24 cuencas hidrológicas a las que pertenece parcial o totalmente el estado, le corresponde el 57,2%, es decir, 9.874,7hm<sup>2</sup>/año incluso con potencial hidroeléctrico, un poco atrás de Chiapas, que alberga a uno de los principales cuerpos de agua<sup>11</sup>.

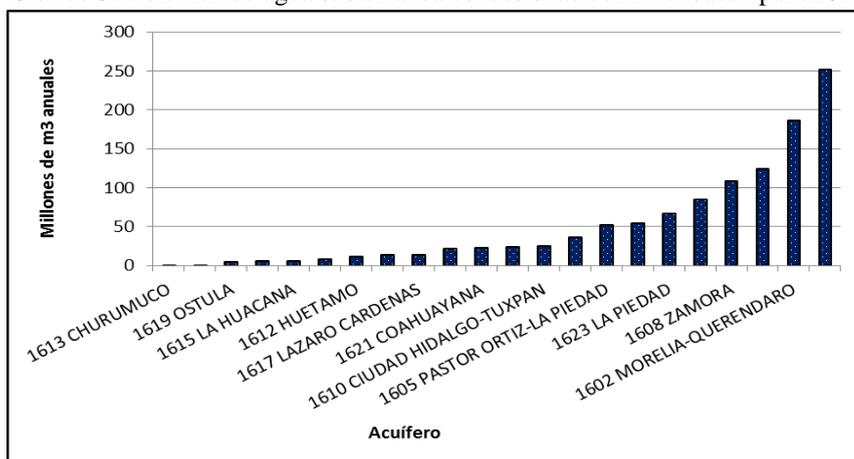
En lo que concierne al balance hidráulico de aguas subterráneas, Michoacán se ubica en una posición intermedia respecto de las demás entidades federativas, tanto en lo que tiene que ver en el volumen utilizado como en la situación de sobreexplotación de sus acuíferos<sup>12</sup>. La agricultura de riego es el principal consumidor de agua subterránea, muy por encima de importantes centros urbanos, ahora considerados ciudades medias, como Morelia, Uruapan, Lázaro Cárdenas, Zamora, La Piedad. Para finales del año 2012 el volumen total de agua superficial concesionada para el estado era de un poco más de 28 mil millones de metros cúbicos anuales, de los cuales la agricultura tenía en concesión 1, 114 millones metros cúbicos anuales, sólo detrás del uso (industrial) para generación de energía eléctrica. En cambio, respecto al agua subterránea, para ese mismo año el volumen total concesionado era de mil ciento veintinueve millones de metros cúbicos, correspondiendo un poco más de 859 millones a la agricultura<sup>13</sup>.

Parte de la explicación de lo elevado de la dotación asignada al uso agrícola radica en la existencia de áreas de regadío desde la época prehispánica. Fue en el periodo de la hacienda cuando se extendió de forma considerable la frontera agrícola en las áreas llanas y zonas lacustres que fueron desecadas, como sucedió en la porción sur del

río Lerma, el sur del lago de Chapala y la Ciénega de Zacapu. Ya en el periodo posrevolucionario, especialmente en el gobierno de Lázaro Cárdenas, en Michoacán se comenzaron obras de irrigación en gran escala, que ahora constituyen distritos de riego. Para el 2014 los distritos de riego localizados en las zonas llanas del estado, especialmente al sur del río Lerma y en la Tierra Caliente, abarcaban una superficie de aproximadamente 248 mil hectáreas<sup>14</sup>; a esa cifra habría que añadir las superficies atendidas con aguas de procedencia subterránea que en total suman 575 mil hectáreas<sup>15</sup>, lo que lo coloca a Michoacán en el sexto lugar nacional, apenas debajo de Guanajuato, el llamado “granero” de México.

Debido a la existencia de importantes zonas de agricultura de riego y del crecimiento de la población en varias ciudades, incluida la capital del estado, Morelia, el mayor volumen concesionado por acuífero – con excepción del Valle de Apatzingán– se localiza en el sur del lago de Chapala, la Ciénega de Zacapu y el sur del río Lerma. Para ello baste observar el gráfico 3.

Gráfico 3. Volumen de agua subterránea concesionada en Michoacán para 2012



Fuente: CONAGUA 2013

Como se acaba de señalar, la mayor demanda del agua subterránea proviene las regiones donde existe una agricultura de tipo intensivo y de los centros urbanos, lo que al paso de los años ha provocado la sobreexplotación de los mantos acuíferos, sobre todo de aquellos ubicados al sur del río Lerma. Si se observa el mapa que acompaña este documento, todos los acuíferos, que van desde Ciudad Hidalgo hasta el municipio de Briseñas, se encuentran sobreexplotados. En dicha zona se incluye los distritos de riego de Tuxpan, Morelia-Queréndaro, Rosario-Mezquite y Zamora. Adicional a ello se encuentran las ciudades de Morelia, Zamora, La Piedad, Zacapu y Puruándiro. Dicha situación se puede corroborar el monitoreo que hace la CONAGUA y cuya versión del año 2014 arroja los datos del gráfico 4.

No por ello hay que desdeñar los esfuerzos de la CONAGUA por regular la extracción, tal como se puede observar en el gráfico 5, para los acuíferos de Pastor Ortíz–La Piedad, Ciudad Hidalgo–Tuxpan,

<sup>11</sup> [http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/38%20programa\\_hidrico\\_vision\\_2030michoacan.pdf](http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/38%20programa_hidrico_vision_2030michoacan.pdf). Consultado el 28 de septiembre de 2016.

<sup>12</sup> En Michoacán la primera veda se estableció en 1956, en la rancharía El Salitre y en Ixtlán de los Hervores, localidades del municipio de Yurécuaro. En 1987 hubo un segundo decreto que declaró vedas de control de los mantos acuíferos de todos los municipios de Michoacán. Sólo en la ley de 1956 y su reglamento se definía un criterio para la extracción, el rendimiento seguro, sin precisar qué significaba el concepto. Después de la creación de la Dirección de Aguas Subterráneas, en 1966, la dependencia realizó un inventario de los aprovechamientos y estableció normas relativas a las tasas de extracción (Marañón 2000).

<sup>13</sup> REPDA/CONAGUA

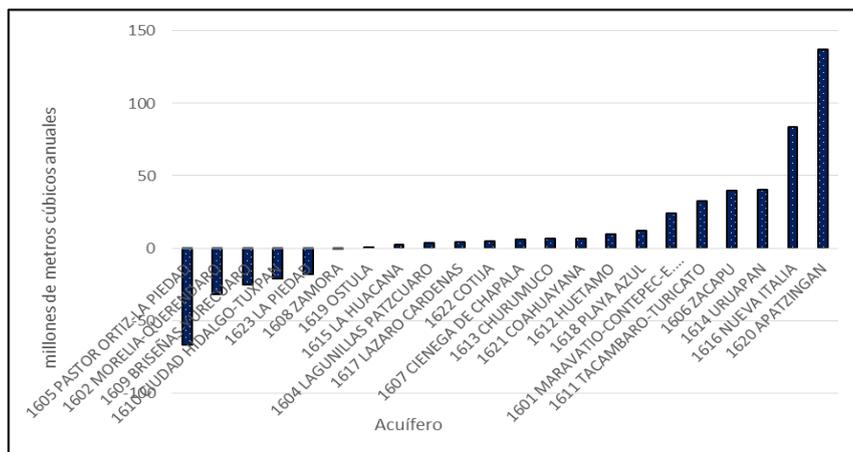
<sup>14</sup> CONAGUA, 2005

<sup>15</sup> INEGI/USV versión 5

Briseñas–Yurécuaro y La Piedad, donde se registra una reducción en los volúmenes concesionados<sup>16</sup>. También han contribuido los programas de uso eficiente del agua y

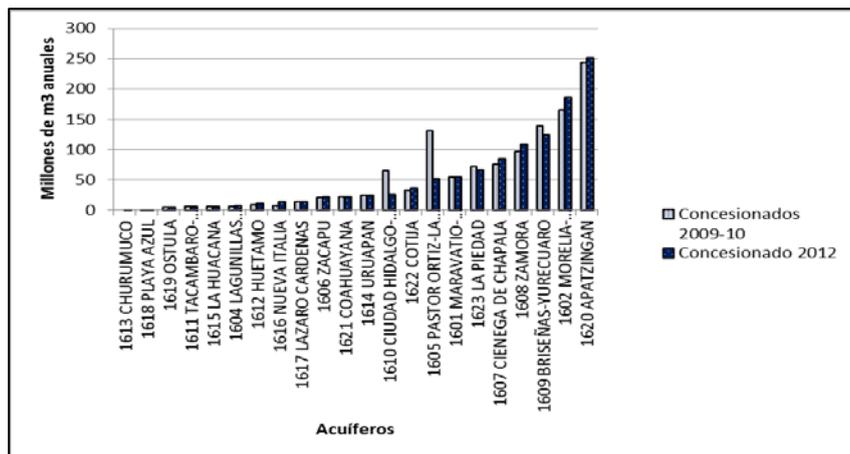
Yurécuaro, estos tres, junto con los municipios ubicados al sur del río Lerma –Puruándiro y Pastor Ortiz– forman parte del distrito de riego 087 Rosario–Mezquite.

Gráfico 4. Disponibilidad de agua subterránea en los acuíferos de Michoacán



Fuente: CONAGUA 2014.

Gráfico 5. Dinámica de concesiones aguas subterráneas en Michoacán



Fuente: CONAGUA.

la energía para reducir los volúmenes consumidos. Pero no es suficiente, sigue en aumento el número de acuíferos que entran en situación de abatimiento, muy especial el caso de Zamora con la reducción de más de 50 millones de metros cúbicos anuales en un periodo de un poco más de 10 años, y la dudosa situación del acuífero de la Ciénega de Chapala, reportado en recuperación. La información sobre acuíferos sobreexplotados puede verse en el mapa 1.

### TRES MUNICIPIOS MICHOCANOS DE LA SUBCUENCA MEDIA DEL LERMA-CHAPAL: LA PIEDAD, NUMARÁN Y YURÉCUARO

Los tres municipios en los que nos enfocamos integran la subcuenca media del río Lerma, según declaratoria de la Secretaría de Medio Ambiente y CONAGUA. La La Piedad colinda al este y al sur con el municipio de Numarán, y al oeste con el municipio de

Con respecto a las características orográficas, el relieve del valle de Yurécuaro ha dado origen a considerables superficies de gran potencial agrícola actualmente irrigadas casi en su totalidad, tanto por agua superficial proveniente de represas como de agua subterránea. Los valles de La Piedad se ubican en la margen sur del Río Lerma, hacia el interior del municipio de La Piedad; en la parte media de dichos valles se encuentra una importante franja de terrenos aptos para la práctica de la ganadería.

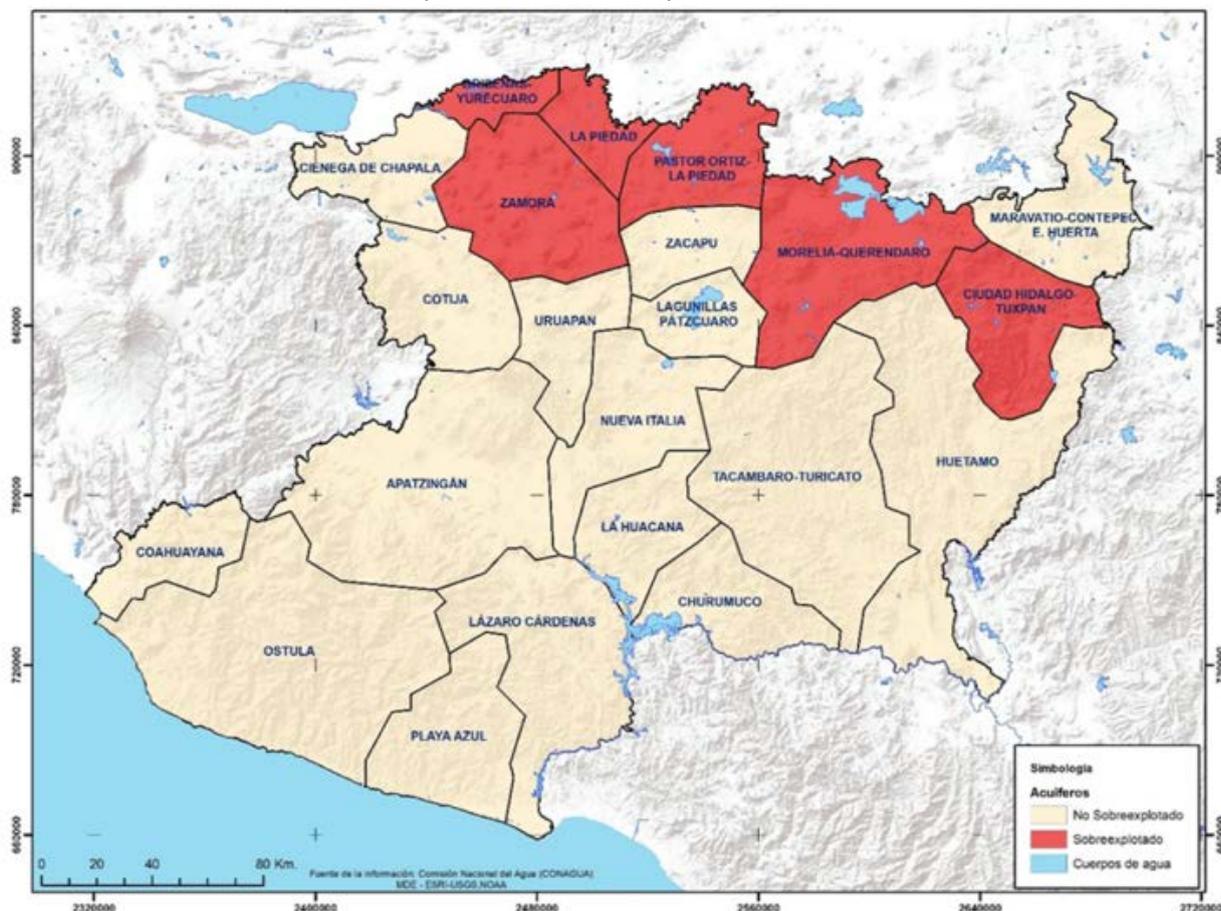
En la zona de los valles mencionados, según la clasificación de la FAO, predomina el clima “semicálido y subhúmedo con lluvias en verano”, cuya precipitación se ubica sobre los 700 milímetros anuales y con una temperatura promedio que oscila entre los 3 grados centígrados como mínima en La Piedad y 38 grados como máxima en Yurécuaro, lo que crea condiciones más favorables para el cultivo de tomate en Yurécuaro; resultando la temperatura menos extrema en el municipio de Numarán con 14 grados como mínima y un poco más de 30 como máxima. En cambio, en las inmediaciones del Cerro Grande y al sur del mismo, sobre las partes medias y altas, el clima es templado, con una temperatura mínima promedio inferior a la zona de los valles.

Pese a este aparente clima benigno, al menos en los últimos años la sequía ha sido recurrente en los tres municipios, lo que ha ocasionado importantes pérdidas en la producción agropecuaria local en al menos cuatro ocasiones, durante los años de 2000, 2005, 2009 y 2011. Se esperaría que las sequías fueran menos severas, dado que los municipios se encuentran en el margen sur del Río Lerma y eran constantes las inundaciones provocadas por las crecientes del río y sus afluentes. A tal grado que para proteger a la ciudad de La Piedad se construyó una obra de control para desviar el cauce original del Río Lerma, evitando que cruzara la ciudad.

Por otra parte, los suelos predominantes en estos tres municipios son el Vertisól pélico y crómico, así como Feozem lúvico y áplico, siguiendo la clasificación de la FAO. El Feozem lúvico está contenido en los suelos del noroeste del municipio de Numarán y sureste de La Piedad y el áplico, localizado en la porción oeste de Yurécuaro, son ricos en materia orgánica y buenos para los cultivos de maíz y frijol.

<sup>16</sup> El 8 de abril de 2014 entró en vigor un decreto mediante el cual se aprueba que CONAGUA autorice nuevas concesiones o asignaciones a los usuarios que perdieron sus derechos. También se impone una reducción del 25% del volumen originalmente otorgado.

Mapa 1. Acuíferos sobreexplotados 2014



Fuente: CONAGUA.

Las áreas de agricultura se localizan hacia las partes bajas, y en menor medida, en el Cerro Grande. La zona de irrigación se ubica principalmente en el estrecho valle de Numarán y zonas aledañas, en áreas bajas y medias del municipio de La Piedad y en el valle de Yurécuaro.

En suma, de acuerdo con datos de la SAGARPA<sup>17</sup> en La Piedad el nivel de cobertura de siembra, en la superficie agrícola en general es cercano al 80%, el grado de mecanización es inferior al 70%, y muy cercano al 80% en el municipio de Numarán. Ahora bien, la superficie agrícola irrigable es un poco inferior a las casi doce mil hectáreas de labor de temporal. En ese contexto, la mayor superficie agrícola irrigada se localiza en municipio de Yurécuaro y la menor en La Piedad.

Desafortunadamente no disponemos de indicadores de productividad respecto al volumen de agua empleado en las principales actividades económicas en esta región, así que revisaremos someramente el número de empleos que se generan en cada sector. La ciudad de La Piedad, para el 2010 concentraba 60% de la población total del municipio, que en ese entonces sumaba 139,170 habitantes, seguido de Yurécuaro y al final Numarán, según se ilustra en la tabla 1.

Tabla 1. Población de la región de La Piedad en 2010

Municipio	Población en 2010	Población cabecera municipal	Representatividad al interior del municipio	Representatividad al interior de la región
Numarán	9,599	4,944	32%	4%
La Piedad	91,132	78,361	84%	60%
Yurécuaro	26,152	20,560	79%	17%
<b>Total</b>	<b>139,170</b>	<b>112,110</b>	<b>-----</b>	<b>81%</b>

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI, 2012.

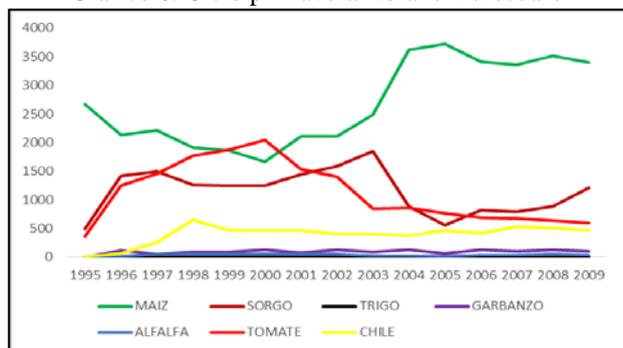
En el año 2010 el mayor porcentaje de Población Económicamente Activa se registró en el municipio de La Piedad. En números absolutos sobrepasa aquella ocupada en el sector terciario o de servicios (60%), muy por arriba de Yurécuaro y Numarán, mientras que el porcentaje ocupado en el sector primario es poco representativo con apenas 10%. En Numarán resulta predominante el sector primario con 47%, mientras que el terciario se observa como equilibrado con 35%. Por último, Yurécuaro resulta ser el municipio donde su PEA ocupada es similar a Numarán con un sector primario que ocupa justamente 45%, en cambio el terciario abarca 32%. Precisamente las necesidades de la agroindustria porcícola incidieron en la evolución de la población y la conformación de una estructura urbana en La Piedad. En los otros dos municipios el sector terciario (servicios y comercio) es menor y se ha intensificado la siembra de cultivos comerciales.

<sup>17</sup> SAGARPA, 1998.

Antes de presentar los aspectos relacionados con el uso de las aguas en el sector agrícola, haremos algunas referencias al patrón de cultivos, es decir la clasificación de cultivos en función de las especies presentes y de sus cambios a través del tiempo. De acuerdo a los datos que proporcionan distintos autores<sup>18</sup> hasta mediados de 1980 los tres municipios eran productores de maíz, frijol y algunos cultivos comerciales, como el trigo y el sorgo, que tuvo mayor dinamismo en términos de superficie y volumen sembrado porque es una materia prima para la elaboración de alimentos balanceados para animales.

Entre 1997 y 2004 en Yurécuaro se advierte un nuevo patrón: ahora los productores siembran cereales y hortalizas en el ciclo primavera-verano, pues desde mediados de 1980 se había introducido el cultivo del jitomate y el chile. En el gráfico 6 se registran los principales cultivos hortícolas en términos de superficie y producción cosechada, aunque también encontramos otras como lechuga y pepino de ciclo corto.

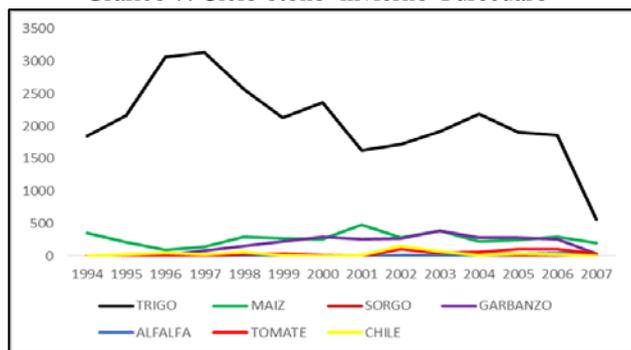
Gráfico 6. Ciclo primavera-verano Yurécuaro



Fuente: SAGARPA. Informes de la operación de PROCAMPO, varios años.

La siembra de cereales de invierno, como el trigo, sigue manteniéndose en el ciclo otoño-invierno, sin cambios en el patrón de granos, como nos muestra el gráfico 7.

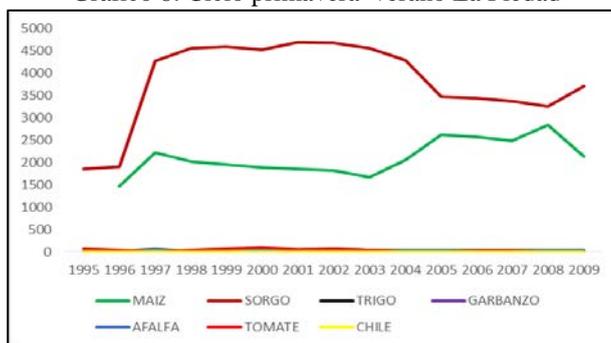
Gráfico 7. Ciclo otoño-invierno Yurécuaro



Fuente: SAGARPA. Informes de la operación de PROCAMPO, varios años.

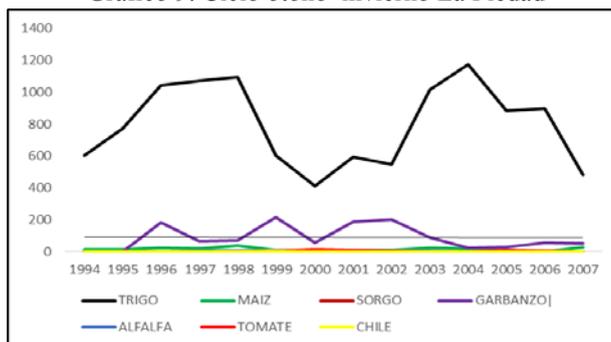
En contraste con los cambios que se observan en Yurécuaro, en La Piedad el patrón de cultivo de cereales en el ciclo primavera-verano y otoño-invierno se mantiene, como vemos en los gráficos 8 y 9.

Gráfico 8. Ciclo primavera-verano La Piedad



Fuente: SAGARPA. Informes de la operación de PROCAMPO, varios años.

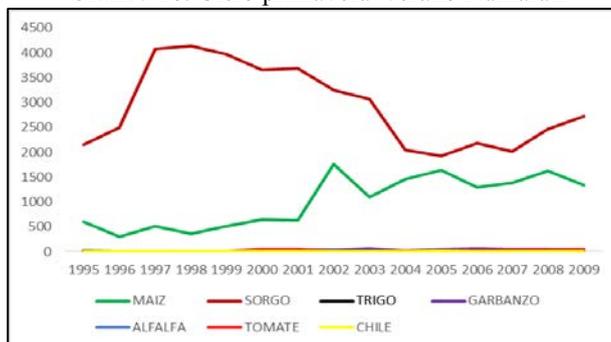
Gráfico 9. Ciclo otoño-invierno La Piedad



Fuente: SAGARPA. Informes de la operación de PROCAMPO, varios años.

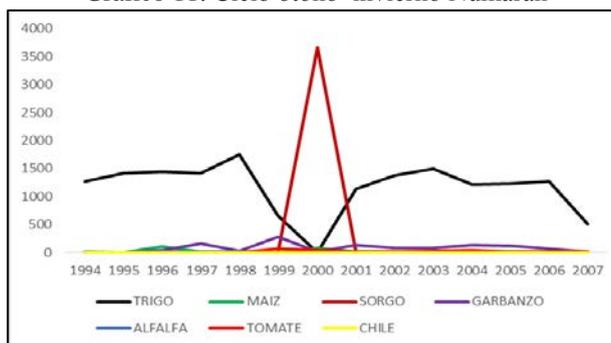
Con respecto al municipio de Numanán, el de menor superficie agrícola, con 4678.60 hectáreas, llama la atención las abruptas oscilaciones en la siembra de granos en los dos ciclos, que responde a problemas de plagas, sequía y comercialización, gráficos 10 y 11.

Gráfico 10. Ciclo primavera-verano Numanán



Fuente: SAGARPA. Informes de la operación de PROCAMPO, varios años.

Gráfico 11. Ciclo otoño-invierno Numanán

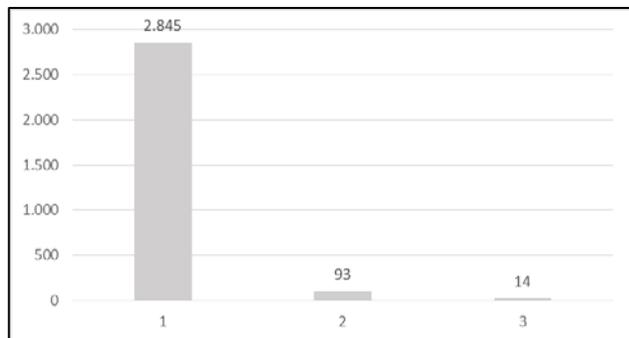


Fuente: SAGARPA. Informes de la operación de PROCAMPO, varios años.

<sup>18</sup> Martínez, 2014, 80-89. García, 2013, 74-96. López, 2002, 387-406.

El gráfico 12 ilustra mejor las tendencias que se están marcando en el patrón de cultivos en los tres municipios durante el año 2013. En esa comparación Yurécuaro sobrepasa a los otros dos municipios en el cultivo de las hortalizas.

Gráfico 12. Hortalizas en Yurécuaro, La Piedad y Numarán 2013



1, Yurécuaro; 2, La Piedad; 3, Numarán  
Fuente: SAGARPA. Elaboración propia.

En la óptica de los ingresos brutos logrados para el periodo que abarca del 2001 al 2014 nos sugiere cierto predominio de las hortalizas sobre los granos y forrajes.

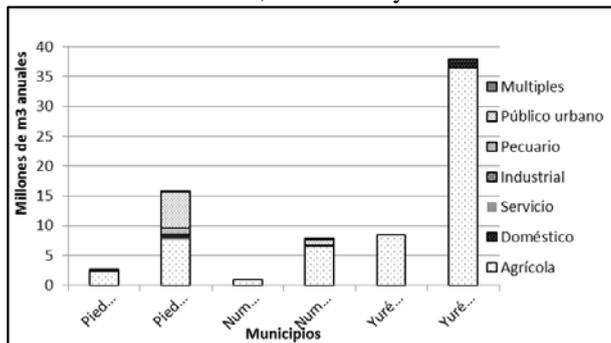
Desde luego los costes de inversión, el gran cantidad de agroquímicos requeridos, al igual que los riesgos inherentes al cultivo de las hortalizas, así como el acceso a un competido mercado nacional dificultan al productor promedio (que cultiva 4 o 6 hectáreas) de la región de La Piedad sembrar hortalizas. En principio habría que asegurar las necesidades hídricas del cultivo y eso solo lo permite un acceso seguro al agua mediante el regadío, especialmente a partir de aguas subterráneas. Es justamente aquí donde se puede entender la articulación existente entre el gran consumo de agua para regadío en el valle de Yurécuaro y su importante producción de hortalizas.

A principios de 2013, el volumen anual concesionado total sumó 72,7 millones de metros cúbicos, en su mayoría de origen subterráneo con 84% y en menor volumen de superficial con 16%. Algo nada despreciable respecto del volumen total concesionado al Distrito de Riego 087 que es de 241 de millones de metros cúbicos de aguas superficiales, haciendo una precisión, que parte de las aguas del distrito están consideradas en el presente análisis, especialmente las que corresponden a los tres municipios, y no al distrito en su totalidad.

En lo concerniente al número de aprovechamientos que cuentan con título de concesión vigentes, sumaban 655 para diciembre de 2012 para los tres municipios. Ahora bien, en la distribución del volumen concesionado sobresale el rubro agrícola, seguido muy por abajo por el público urbano. No olvidemos que en la ciudad de La Piedad se concentra el 60% de la población total de la región, según datos del 2010.

En el gráfico 13 puede observarse la distribución del volumen concesionado, tomando en cuenta si la fuente es superficial o agua subterránea. Como puede visualizarse el rubro agrícola cuenta con un volumen cercano a los 63 millones de metros cúbicos anuales, mientras que el público urbano apenas suma un poco más de 7 millones de metros cúbicos anuales.

Gráfica 13. Desglose de aguas nacionales concesionadas en La Piedad, Yurécuaro y Numarán



\*No se consideró el módulo de riego de La Piedad  
Fuente: RPDA/CONAGUA 2013.

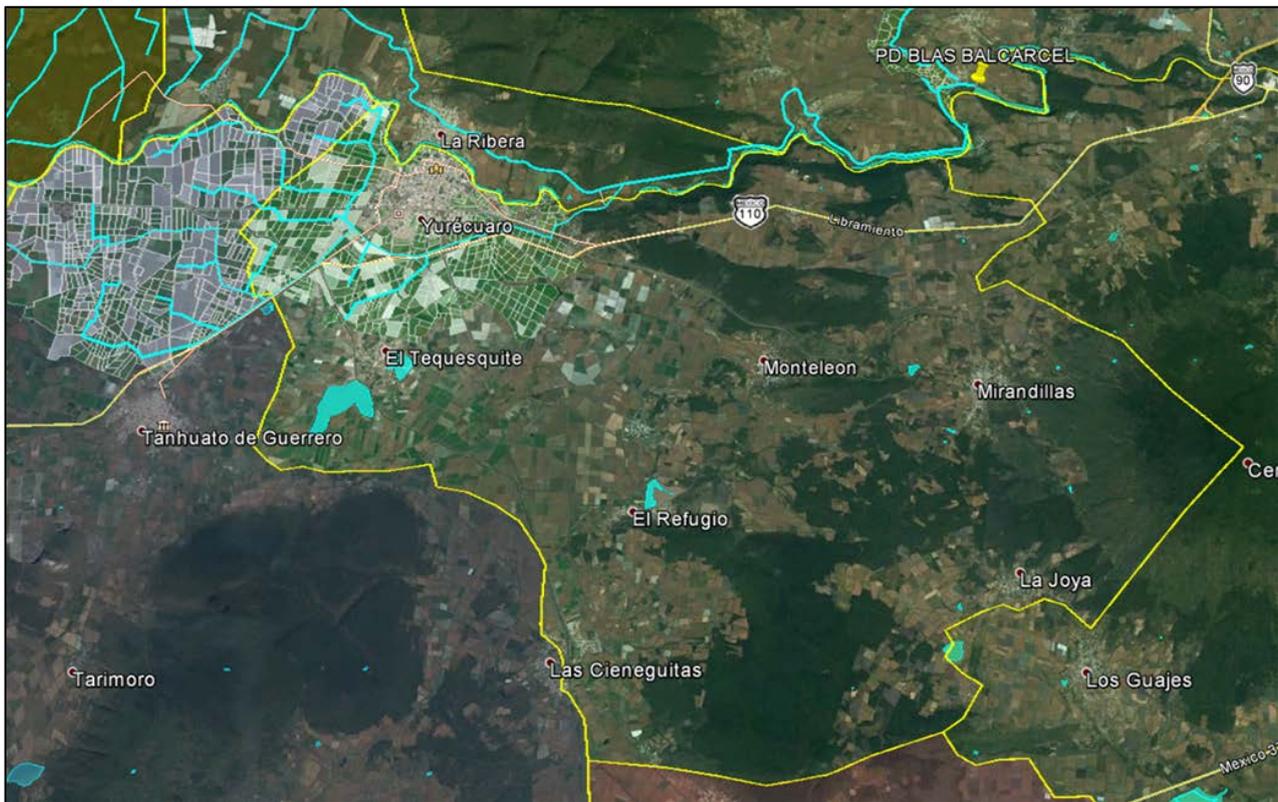
Por tanto, si bien queda claro que el agua para uso agrícola es lo predominante, en el ámbito de cada municipio, sobresale Yurécuaro, que cuenta con un poco más del 60%. Es decir, además de que en el año 2013 CONAGUA entregó un volumen de 32, 131.98 m³ de la presa Melchor Ocampo para regar cultivos en el ciclo Primavera-Verano y Otoño-Invierno que incluían un volumen de 17,017.05 m³ para hortalizas <sup>19</sup>, tenían la concesión de 33, 901,803 m³ para unidades de riego y propietarios individuales y 800,000 m³ para los pozos del módulo de riego.

Debido a que muchos de los productores extraen agua subterránea por medio de pozos profundos y con agua del canal principal del Lerma y el dren, emplean el rebombeo o el descanso del terreno y en la época de lluvias cultivan pepinos u otras hortalizas de ciclo corto. Hay terrenos que manejan mayormente riego por goteo y se auxilian con el agua del río Lerma, pero también pueden verse tecnologías como el acolchado plástico, los invernaderos y otros sistemas como macro túneles, ya que las cosechas de chile han empezado a venderse en Estados Unidos, además de los mercados nacionales. Con el macrotúnel o el acolchado, que se instala antes del inicio de las lluvias, se impide la infiltración al suelo y la recarga de los mantos freáticos. Por eso el volumen destinado al riego de auxilio o para hortalizas de ciclo corto bajo el sistema a campo abierto, oscila debido a que se está tecnificando la producción, o porque no siempre disponen del mismo volumen de agua rodada debido al nivel de almacenamiento que tenga la presa.

En el mapa 2 identificamos los pozos que se perforaron en el área del ejido de Yurécuaro. Veremos que en esa área el número es más alto que en el de la zona de temporal: Monteleón, El Camiche, Cerro Blanco, El Campamento y La Nopalera.

<sup>19</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua, Dirección Local Michoacán, DR 087 Rosario-Mezquite. Módulo 03 Yurécuaro-Michoacán.

Mapa 2. Ubicación de pozos en el municipio de Yurécuaro, Michoacán



Fuente: Distrito de riego 087 Rosario-Mezquite. Ing. O. Calderón.

En el caso del municipio de Yurécuaro, la zona urbana, el ejido y la pequeña propiedad alrededor de la cabecera municipal concentran la mayor cantidad de agua concesionada –más de una tercera parte del total del municipio, con el casi 34%– y en esa zona se concentran los invernaderos. En los últimos años se han tenido que reubicar pozos, especialmente los de la zona de temporal, y la profundidad de perforación pasó de 120 m a 180 o 200 m. También hay que hacer notar que los productores de este valle se han ido apropiado de los recursos hídricos, tanto los que se extraen mediante pozos profundos como el agua superficial. Algo que en cierta medida tiene sus implicaciones con respecto al manejo del agua y de su disponibilidad. Situación que se corrobora con la residencia de la gerencia del distrito de riego en dicha ciudad, no obstante ser La Piedad una ciudad de mayor población, inclusive Zacapu, mismas que corresponden a otros de los módulos del mismo distrito.

### CONCLUSIONES

Las políticas públicas para el abasto urbano de agua se han concentrado en la construcción de grandes y costosas obras hidráulicas, que si bien solucionan problemas de suministro de agua y energía por periodos de veinte a treinta años, a la larga no son sustentables, tanto por el deterioro que provocan en los ecosistemas, como por la necesidad de recurrir a nuevas fuentes alternas, tan pronto como se cumple el ciclo de vida útil de la obra en cuestión. Como bien arguyen algunos estudiosos, la gestión del agua subterránea es un asunto escabroso. Para abordarlo tienen que contemplarse

problemáticas como la extracción del agua a tasas muy altas en algunas entidades del bajo mexicano, o la desorganizada participación de los usuarios en el manejo del líquido, sin descartar tampoco cuestiones técnicas, como aquellas relativas a las escasas mediciones de los volúmenes extraídos. En este trabajo nos abocamos a este último punto: hicimos una valoración a partir de una metodología basada en determinados indicadores (número de pozos, profundidad de perforación y volúmenes concesionados) en el uso agrícola, a fin de subsanar el déficit de estudios recientes.

En comparación con los otros municipios, la ubicación de Yurécuaro en la cuenca media del Lerma y las condiciones climáticas que prevalecen en el valle, les ha permitido impulsar la actividad hortícola. Son los productores de este municipio quienes han tenido acceso preferencial al líquido que distribuyen a través de drenes y canales desde la presa Melchor Ocampo, así como el manejo de pequeñas represas, para irrigar granos cultivados con métodos tradicionales u hortalizas de ciclo corto. En los últimos 15 años, la participación en los mercados internacionales ha incentivado una agricultura industrial, que debe cumplir con normas de sanidad y calidad internacional por lo que el riego con agua subterránea es indispensable. Por lo que puede notarse un aumento en la perforación de pozos en un área.

Desde el punto de vista técnico lo conveniente sería incrementar el uso de invernaderos que tienen mayor productividad que el cultivo en tierras abiertas. Otra recomendación para hacer un gasto más eficiente del agua en la agricultura puede estar en la aplicación de una

política de uso eficiente de agua y energía, misma que ha posibilitado una mayor eficiencia de los sistemas de conducción e irrigación, que para el caso de riego por goteo y la agricultura de ambiente controlado, como los invernaderos, resulta ser muy alta.

El problema es que para los pequeños productores y ejidatarios incorporarse al esquema de la agroindustria implica requisitos inaccesibles para ellos: justificar el proyecto, formular una proyección financiera y de ventas de negocio, etc. Mientras que los proyectos para mejorar la infraestructura de riego y ahorrar agua son muy costosos. Las tendencias, entonces, es de concentración de recursos hídricos para el uso agrícola en un municipio, con mayor presión en la extracción de agua subterránea para la irrigación de hortalizas. Sin embargo, este trabajo es exploratorio, se necesita observar a otra escala quiénes concentran el agua y mediante qué mecanismos logran hacerlo.

Por último, no está por demás señalar que las tecnologías orientadas a mejorar el uso del agua por lo general están diseñadas para cultivos abiertamente destinados al mercado nacional e internacional, tal y como ocurre con las hortalizas y las berries. Por tanto, los granos y oleaginosas destinadas para resolver las necesidades alimentarias de la población ubicada en esta parte de Michoacán, no necesariamente reciben la misma atención y por tanto no pueden estar en condiciones que siquiera se acerquen a las primeras. Algo que genera un uso y acceso desigual a los recursos productivos y por tanto posibilita la concentración del manejo y gestión del agua para uso agrícola.

#### PAGINAS WEB CONSULTADAS

<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal15/Geografiasocioeconomica/Geografiaregional/05.pdf>. Regionalización del paisaje agroecológico en el municipio de Yurécuaro, Michoacán, Mexico.

<http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?n1=3&n2=62&n3=112>. Consulta realizada el 30 de marzo de 2014.

<http://www.conagua.gob.mx/disponibilidad.aspx?n1=3&n2=62&n3=112>. Consultado el 16 de febrero de 2015.

[http://lisa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/38%20programa\\_hidrico\\_visio\\_n\\_2030michoacan.pdf](http://lisa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/38%20programa_hidrico_visio_n_2030michoacan.pdf). Consulta realizada el 6 de octubre de 2016.

<http://documentos.bancomundial.org/curated/es/925721468046450133/text/382050SPANISH01ve0950Water01PUBLIC1.txt>, Consultado 8 de mayo de 2017. (Marañón 2000).

## BIBLIOGRAFÍA

- Caldera Ortega, A. R. 2009: *Gobernanza y sustentabilidad: desarrollo institucional y procesos políticos en torno al agua subterránea en México: los casos del valle de León y del valle de Aguascalientes*. Tesis para optar por el grado de Doctor en investigación en Ciencias Sociales, México, FLACSO.
- Carabias, J. y R. Landa 2005: *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México, UNAM/El Colegio de México.
- Chávez, R. et al. 2006: El agua subterránea en México: condición actual y retos para un manejo sostenible, *Boletín Geológico y Minero*, 117(1), 115-126.
- CONAGUA 2005: *Documento de trabajo de la Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2008a: *Cubo de Usos del Agua*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2008b: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Ciudad Hidalgo-Tuxpan (1610), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2008c: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Huetamo (1612), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009a: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Maravatío-Contepec-Epitacio Huerta (1601), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009b: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Morelia-Queréndaro (1602), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009c: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Pastor Ortiz-La Piedad (1605), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009d: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Zacapu (1606), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009e: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Ciénega de Chapala (1607), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009f: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Zamora (1608), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009g: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Briseñas-Yurécuaro (1609), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009h: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Uruapan (1614), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009i: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Nueva Italia (1616) estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009j: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Apatzingán (1620), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009k: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cotija (1622), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009l: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Maravatío-Contepec-Epitacio Huerta (1601), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009m: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Morelia-Queréndaro (1602), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009n: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Pastor Ortiz-La Piedad (1605), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009o: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Zacapu (1606), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009p: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Ciénega de Chapala (1607), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009q: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Zamora (1608), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009r: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Briseñas-Yurécuaro (1609), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009s: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Uruapan (1614), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009t: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Nueva Italia (1616), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009v: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Apatzingán (1620), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2009w: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Cotija (1622), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2010a: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Lagunillas-Pátzcuaro (1604), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2010b: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Lázaro Cárdenas (1617), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2010c: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Playa Azul (1618), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2010d: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Ostula (1619), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2010e: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Coahuayana (1621), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2010f: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero La Piedad (1623), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2010g: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Coahuayana (1621), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2010h: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero La Piedad (1623), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2011a: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Tacámbaro-Turicato (1611), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2011b: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Huetamo (1613), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2011c: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero La Huacana (1615), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2011d: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Tacámbaro-Turicato (1611), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2011e: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Huetamo (1613), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- CONAGUA 2011f: *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero La Huacana (1615), estado de Michoacán*. México, CONAGUA.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO): "Índice de intensidad migratoria México-Estados Unidos por municipio, 2000", consultado el 6 de octubre de 2006, <http://www.conapo.gob.mx/>
- Díaz, R. et al., 2013: "Presión antropogénica sobre el agua subterránea en México: una aproximación", *Boletín del Instituto de Geografía*, 82, 93-103, <https://doi.org/10.14350/ig.32452>.
- Flores, M. 2013: *Agricultura en Michoacán*, Palacio Legislativo. [http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos\\_realizados/ciclo\\_talleres\\_competitividad/taller\\_3/martha\\_flores\\_estrada.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/ciclo_talleres_competitividad/taller_3/martha_flores_estrada.pdf). Consultado 7 de mayo de 2017.
- García, A. 2013: *Espacios de vida de los jornaleros agrícolas migrantes en Yurécuaro, Michoacán*. Tesis de maestra en Geografía humana, El Colegio de Michoacán, Zamora (México).
- López, D. 2017: *Propuesta para la reasignación de agua de uso agrícola: una fuente potencial de conflictos* Ms.

- López, G. 2002: "Entre aguas rodadas, bombeadas y entarquinadas. La producción hortícola en Yurécuaro, Michoacán" en Bohem, B. et. al. (coords.) *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago*. Zamora (México), El Colegio de Michoacán/Universidad de Guadalajara, 387-406.
- Marañón, B. y P. Wester 2000: Respuestas institucionales para el manejo de los acuíferos en la Cuenca Lerma-Chapala, México. In Spanish. [Institutional response for aquifer management in the Lerma-Chapala Basin, Mexico] Mexico, D.F., IWMI. XV, (IWMI Serie Latinoamericana 017), <http://dx.doi.org/10.3910/2009.408>.
- Martínez, J. A. 2014: *Creación de la Dirección de Desarrollo rural en el municipio de Yurécuaro, Michoacán*. Tesis para obtener título de Ingeniero agrícola, UNAM, México.
- Polanco, C. 2006: "Indicadores ambientales y modelos internacionales para toma de decisiones" *Gestión y Ambiente*, 9(2), 27-41.
- Puga, C. y R. Tirado 1992: *Los empresarios mexicanos, ayer y hoy*. México, UNAM/UAM/COMECSO.
- Sánchez, M. 2002: "El granero de la Nueva España. Uso del entarquinamiento para la producción de cereales en el bajo mexicano" *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, 22, 12-20.
- SAGARPA 2012: *Sistema Producto Jitomate Michoacán. Plan Rector*. Puruándiro (México), s. e.