

Manejo del agua y cambio de uso del suelo en el Subtrópico Mexicano

José Isabel Juan Pérez

José Luis Montesillo Cedillo

José Manuel Pérez Sánchez

Irma Eugenia García López

Resumen

En el Ejido Santa Ana Xochuca, Estado de México, ubicado en una zona de transición ecológica de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur (Subtrópico Mexicano) se realizó una investigación para conocer las estrategias utilizadas por las familias campesinas para el manejo del agua en la agricultura y la subsistencia familiar. El objetivo de la investigación fue identificar y representar espacialmente los almacenamientos de agua para riego establecidos entre los años 2006 y 2016, haciendo análisis de su incremento temporal, ubicación geográfica, superficie, perímetro, profundidad, volumen y usos, esto con el propósito de conocer vínculos con los procesos agrícolas y el cambio de uso del suelo. Con fundamentos de geografía ambiental, ecología cultural, geografía rural, técnicas de trabajo de campo, registros y herramientas de sistemas de información geográfica se describen las condiciones geográficas, ambientales, ecológicas y socioculturales del Ejido y el manejo del agua. Fue aplicado un cuestionario al 100% de las familias para conocer su percepción acerca del incremento del número de almacenamientos de agua y su importancia en la agricultura. En el año 2006 había solamente 13 almacenamientos de agua y para 2016, hubo un incremento de 22 (169%), sumando un total de 35, esto representa un cambio de uso del suelo de 3.50 hectáreas, situación que se refleja en la superficie ocupada con almacenamientos de agua y agricultura comercial tecnificada. En el Ejido, el conocimiento geográfico y ecológico que poseen las familias campesinas y la organización social comunitaria fomentan el manejo sustentable del agua para riego.

Palabras clave: Almacenamiento, agua, riego, proceso, cambio de uso del suelo.
Universidad Autónoma del Estado de México.
Correo electrónico: jupi582602@gmail.com

Abstract

In the Santa Ana Xochuca Ejido, State of Mexico, located in an ecological transition zone of the Sierra Madre del Sur Physiographic Province (Mexican Subtropics), an investigation was carried out to know the strategies used by the peasant families for the water management in the agriculture and family subsistence. The objective of the research was to identify and represent spatially the storage of water for irrigation established between the years 2006 and 2016, analyzing its temporal increase, geographical location, surface, perimeter, depth, volume and uses, with the purpose of knowing links with agricultural processes and land use change. Fundamentals of environmental geography, cultural ecology, rural geography, field work techniques, records and tools of geographical information systems describe the geographical, environmental, ecological and socio-cultural conditions of the Ejido and water management. A questionnaire was applied to 100% of the families to know their perception about the increase in the number of water storage and its importance in agriculture. In 2006 there were only 13 water storage and by 2016, there was an increase of 22 (169%), totaling 35, representing a change in land use of 3.50 hectares, a situation that is reflected in the area occupied with storage of water and commercialized technical agriculture. In Ejido, the geographic and ecological knowledge that the peasant families have, and the community social organization promote the sustainable management of water for irrigation.

Introducción

El Ejido de Santa Ana Xochuca, Municipio de Villa Guerrero, Estado de México, está ubicado en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur (Subtrópico Mexicano). Se caracteriza por las estrategias que utilizan las familias campesinas para el manejo y conservación del agua para riego, el establecimiento de cultivos agrícolas de temporal y de riego, el conocimiento del ambiente y la utilización de recursos naturales en los procesos agrícolas.

Geográficamente, la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur es considerada como la más compleja y la menos conocida en el país Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP, 1981). El origen geológico de esta provincia le confiere amplia heterogeneidad de componentes geomorfológicos,

edafológicos, hidrológicos, climáticos, paisajísticos, florísticos y faunísticos (Juan, 2014). El sistema fluvial corresponde al del Río Balsas, con importantes afluentes como el río Tepalcatepec y el Río Cutzamala. Desde el punto de vista biogeográfico, en distintas regiones de la provincia, existe amplia diversidad de comunidades vegetales, al grado de ser reconocida como una de las regiones florísticas más importantes de México. Los ambientes que conforman la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur se caracterizan por la amplia diversidad biológica, que de acuerdo con las condiciones ambientales presenta características que explican y favorecen la diversidad sociocultural de las comunidades de la región, la agrobiodiversidad y el manejo de los recursos naturales, como es el caso, del Ejido Santa Ana Xochuca.

En el Ejido Santa Ana Xochuca se analizó el manejo del agua para riego en los años 2006 y 2016, esto con el propósito de establecer asociaciones con los procesos de cambio de uso del suelo, principalmente con la agricultura tradicional (de riego y temporal) y agricultura comercial tecnificada. La observación directa y participativa fue fundamental para conocer las relaciones entre los dos tipos de agricultura, la organización social comunitaria para el manejo del agua y los procesos de cambio de uso del suelo. La investigación consideró dos interrogantes: a) ¿Existe asociación entre el manejo del agua para riego, los procesos agrícolas y el cambio de uso del suelo en el Ejido Santa Ana Xochuca? y b) ¿cómo fue el comportamiento de manejo del agua en el Ejido en los años 2006 y 2016?

Métodos y materiales

La investigación es de tipo descriptivo, cualitativo y cuantitativo, se sustentó en el uso de métodos, técnicas de trabajo de campo y aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica. La caracterización geográfica, ecológica, ambiental y sociocultural del Ejido se realizó con el método geográfico, el método de la ecología cultural y la geografía ambiental. El método etnohistórico fue utilizado para conocer la conformación del Ejido (expropiación de la Hacienda la Merced y el reparto agrario), el establecimiento del asentamiento humano, los procesos y acuerdos para el suministro de agua para riego, así como, los

procesos y causas que condujeron al incremento de los almacenamientos de agua y el revestimiento de los canales de conducción.

Con el método cartográfico, teledetección y técnicas de trabajo de campo (observación directa, recorridos, registros y observación participante) se realizó el análisis espacial y caracterización de los almacenamientos de agua para riego. Esta actividad fue complementada con la participación de los ejidatarios y el uso del equipo *Differential Global Positioning System* (DGPS), el cual permitió hacer registros geográficos directamente en las áreas de ubicación de los almacenamientos de agua.

Con la aplicación de un cuestionario al 100% de los ejidatarios fue posible conocer los mecanismos utilizados por los ejidatarios para el uso y manejo del agua para riego, su disponibilidad, procedencia, su importancia en los procesos agrícolas, así como las funciones ambientales y socioculturales de los almacenamientos de agua, el manejo de los recursos naturales y los procesos de cambio de uso del suelo.

El análisis comparativo de uso y manejo del agua se realizó en dos momentos: año 2006 y año 2016. Para cada uno de los años, las variables de análisis y comparación fueron ocho: a) número de depósitos, b) superficie que ocupan los depósitos (m²), c) perímetro (m), d) profundidad (m), e) volumen de almacenamiento(m³), f) número de canales, g) revestimiento de canales y h) diversidad de cultivos agrícolas (número), esto con la finalidad de analizar las condiciones de uso y manejo del agua y su asociación con los procesos agrícolas y el cambio de uso del suelo. El análisis de la distribución espacial y la representación cartográfica de los almacenamientos de agua (2006 y 2016) se realizó con herramientas de Sistemas de Información Geográfica, lo cual permitió establecer asociaciones espaciales entre el cambio de uso del suelo y la ubicación de los almacenamientos.

Contexto geográfico del Ejido de Santa Ana Xochuca en el Subtrópico Mexicano

El Ejido de Santa Ana Xochuca, localizado en el municipio de Villa Guerrero, al sur del Estado de México, está ubicado en las coordenadas 18° 51' 00.1" latitud norte y 99° 37' 10.1" longitud oeste, tiene una altitud promedio de 1717 metros

sobre el nivel del mar (msnm). El asentamiento humano del ejido se llama Progreso Hidalgo, éste se encuentra en la porción central de la superficie ejidal (figura No. 1).

Desde el punto de vista biogeográfico, el Ejido de Santa Ana Xochuca, se encuentra en una zona de transición ecológica o ecotono, en donde convergen los ecosistemas de climas cálidos subhúmedos y semicálidos (subtrópico mexicano). El ecotono está ubicado entre la Provincia de las Serranías Meridionales y la Provincia de la Depresión del Río Balsas, perteneciente a la Región Caribeña del Reino Neotropical y caracterizada por la presencia de variaciones climáticas. El clima en el Ejido pertenece al grupo A(C)wg, que de acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen Modificado por E. García, es tropical lluvioso, semicálido (García, 1986). Durante la primavera y el verano se presentan elevadas temperaturas, siendo la temperatura media anual de 20 °C, y con 1 100 milímetros de precipitación media anual. El período de lluvias comprende de mayo a septiembre. Las lluvias con granizo son frecuentes y en algunas ocasiones representan riesgos para los cultivos agrícolas (Juan, 2014).

En México, diversos autores han enfocado sus investigaciones en las zonas de transición ecológica o ecotonos, estableciendo en éstas, las relaciones entre la diversidad biológica, las actividades humanas y las sociedades (González, 2007; Juan, Gutiérrez, Franco, Monroy, Balderas & Antonio, 2011). En el Subtrópico Mexicano, los ecotonos de mayor uso y manejo humano son los de la Sierra de Oaxaca y el del sur del Estado de México (González, 2007).

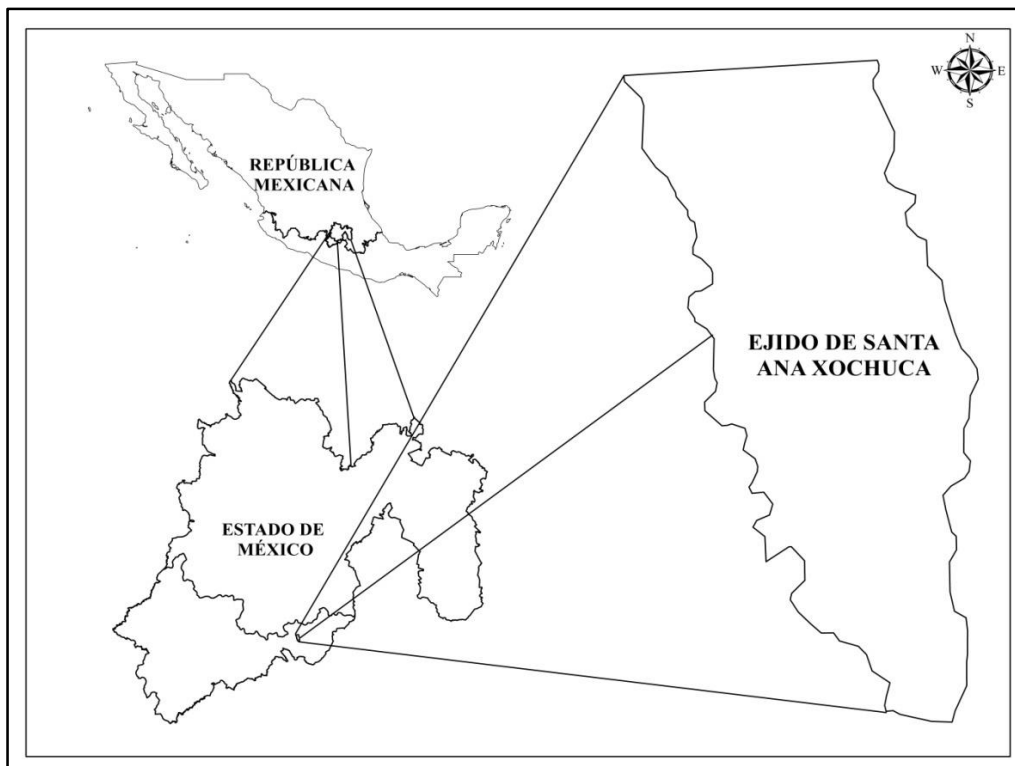
La vegetación natural existente en los ecosistemas del Subtrópico Mexicano, y por supuesto, su diversidad ecológica y ambiental corresponden al bosque subtropical caducifolio, caracterizado por especies vegetales, que las sociedades campesinas utilizan para varios propósitos. En este ecotono, hay diversas formas de relieve, variación de altitudes, estructuras geológicas, tipos de suelos, cuencas hidrográficas y variaciones climáticas que, en interacción con otros factores geográficos y ambientales, favorecen una amplia diversidad biológica, agroecológica y sociocultural.

El espacio geográfico del Ejido no posee de manera natural elementos hidrológicos, aunque las tierras de uso común (laderas y barrancos) tienen

colindancias con tres ríos: Calderón, Nenezingo y Tenancingo. Estos ríos se localizan aproximadamente a 450 metros de profundidad respecto a la altitud promedio del ejido y son límites naturales con otras comunidades. Las familias campesinas no utilizan el agua de estos ríos, pero son fuente importante de recursos, de ellos se extrae rocas, arena, plantas y animales silvestres, además, son utilizados para uso recreativo y esparcimiento (Juan, 2014).

Las propiedades del suelo predominante (Vertisol pélico) y su interacción con las condiciones geográficas, topográficas, ambientales, climáticas e hidrográficas generan ambientes para el establecimiento de cultivos de riego y de temporal. En el año 2006, el Ejido estaba conformado por 55 parcelas agrícolas, 13 depósitos de agua, tres canales de conducción, 108 canales de distribución, el asentamiento humano, una vía principal de acceso y Tierras de Uso Común. Las parcelas agrícolas tienen diferentes superficies, las menores son de 1.5 ha, mientras las mayores tienen 7.0 ha.

Figura No. 1. Ejido Santa Ana Xochuca en el contexto geográfico del Estado de México y el Subtrópico Mexicano



Fuente: Elaboración propia con base en SPP (1981).

Origen del Ejido, organización territorial y tierras de uso común

El origen del Ejido tiene sus antecedentes en la expropiación de la Hacienda La Merced. Los antecedentes del uso y manejo del agua y la agrobiodiversidad son producto del reparto agrario, ya que de acuerdo con el artículo 47 del Código Agrario vigente y por Resolución Presidencial se concede a 38 solicitantes una dotación de 260 hectáreas, de las cuales, 52 serían de riego y 208 de agostadero laborable. Este acuerdo fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de octubre de 1936. De manera simultánea a la expropiación de la Hacienda La Merced y al proceso de reparto agrario, ocurrieron repartos para otras familias de la región, por lo que, 11 años después, y mediante Resolución Presidencial del 23 de abril de 1947 se realizan permutas de parcelas entre varios ejidos y la Hacienda de la Merced, Gobierno del Estado de México (GEM, 1958).

Al término de las permutas se establece un acuerdo entre los nuevos ejidos y la Ex - Hacienda de La Merced, éste enuncia lo siguiente: los propietarios de la Hacienda La Merced construyen obras hidráulicas necesarias para que los ejidos tengan riego efectivo para sus tierras (GEM, 1958). La posesión definitiva de aguas para riego se hizo el 12 de octubre de 1952 que ordena proporcionar 945 568 m³, tomados del caudal del Río Texcaltenco y para regar 89 hectáreas. Una segunda dotación de agua data del 15 de marzo de 1955, proporcionando 1 397 568 m³ para el riego de 153 hectáreas.

En 2006, el Ejido Santa Ana Xochuca estaba integrado por el asentamiento humano (Progreso Hidalgo), tres lomeríos, cuatro barrancos, seis laderas y 13 depósitos de agua. Tiene una superficie de 557 hectáreas, distribuidas entre 55 ejidatarios. Antes del reparto agrario no existía la comunidad de Progreso Hidalgo, éste se conformó a partir de la dotación de agua para el riego (GEM, 1958). Después del reparto agrario y por consiguiente, del origen del Ejido Santa Ana Xochuca, el número de habitantes se ha incrementado notablemente. Después del año 1990, cada año inmigra a la comunidad un promedio de 17 personas. En el año 2003, había 971 habitantes, actualmente (2016), viven 1 192 personas.

En el Ejido, la actividad económica más importante es la agricultura de riego y la agricultura de temporal, la primera es con fines comerciales, se cultiva el 97.5% de la superficie total, los cultivos principales son: fresa (*Fragaria*), gladiolo

(*Gladiolus sp.*), tomate (*Physalis ixocarpa*), jitomate (*Solanum lycopersicum*), cebolla (*Allium cepa*), calabaza (*Cucurbita pepo*), pepino (*Cucumis sativus*), chile (*Capsicum annum*), camote (*Ipomoea batatas*), guayaba (*Psidium guajava*), rosa (*Rosa sp.*), cempasúchil (*Tagetes erecta*) y flor de terciopelo (*Celosia cristata*). La agricultura de temporal la practica el 100% de los ejidatarios y tiene como finalidad producir alimento para las familias campesinas, se práctica en el 93% de la superficie ejidal, siendo el maíz (*Zea mays*) y el frijol (*Phaseolus vulgaris.*), los cultivos más importantes.

Entre los dos tipos de agricultura existen vínculos significativos y se manifiestan en la división de las parcelas para establecer cultivos comerciales y para la subsistencia familiar, duración de los ciclos agrícolas, disponibilidad de agua, estrategias para el manejo de los recursos naturales, organización social y migración hacia el Ejido. Durante todo el año se establecen diversos cultivos, por lo que, la participación de la familia, las estrategias utilizadas para el manejo de los recursos naturales y los procesos agrícolas son importantes.

Con relación a las Tierras de Uso Común, la Ley Agraria, Leyes y Códigos de México (LCM, 2001) establece lo siguiente:

Artículo 73. Las tierras ejidales de uso común constituyen el sustento económico de la vida en el ejido y están conformadas por aquellas tierras que no hubieren sido especialmente reservadas por la asamblea para el asentamiento del núcleo de población, ni son tierras parceladas.

Artículo 74. La propiedad de las tierras de uso común es inalienable, imprescriptible e inembargable. El reglamento interno regulará el uso, aprovechamiento, acceso y conservación de las tierras de uso común del ejido, incluyendo los derechos y obligaciones de ejidatarios y vecindados. En el Ejido, las tierras de uso común son seis laderas, la Ex-Hacienda de la Merced, los terrenos con vegetación nativa, los barrancos, tres almacenamientos de agua, los canales y los caminos.

Organización social para el manejo del agua y los procesos agrícolas

En el Ejido, la familia juega un papel importante dentro de la organización social, las actividades que desempeña cada individuo son estrategias adaptativas que permiten la subsistencia familiar (Steward, 1972). En el Ejido, la organización

social comunitaria inicia en la familia y después con la parentela para integrar grupos de ayuda mutua (ayuda recíproca).

Los grupos de ayuda mutua son asociaciones de campesinos que prestan su fuerza de trabajo sin recibir ningún salario, pero que, a corto plazo debe ser regresada esta mano de obra al coordinador del grupo o jefe de familia que organizó a sus parientes, amigos y compadres. Cada individuo es responsable de realizar determinadas actividades y al término de éstas, tendrá presente que el coordinador del grupo recibirá el beneficio o ayuda, que debe ser repartida de manera homogénea a todos los integrantes. La ayuda mutua es una estrategia de los campesinos, indispensable en los procesos agrícolas, favorece el manejo del agua para riego y refuerza la cohesión social comunitaria (Juan *et al.*, 2011). La organización social comunitaria en el Ejido ha sido importante desde 1952, cuando los campesinos hicieron recorridos por la pendiente sur del Volcán Xinantécatl para identificar escurrimientos que pudieran ser utilizados para suministrar agua a la región. En esta década se iniciaron los trabajos para captación y conducción del agua de afluentes del río Texcaltenco hasta el Ejido (GEM, 1958).

A partir de la captación del agua en la pendiente sur del Volcán Xinantécatl, ésta es conducida mediante un canal principal que llega a un primer almacenamiento (bordo) ubicado al norte del Ejido. Los bordos o pequeños estanques (jagüeyes) es una técnica para la utilización de aguas de crecida, también llamadas torrenciales, de avenida o broncas que se presentan durante la estación de lluvias. Consiste en canalizar las aguas a depósitos artificiales llamados “cajas de agua”, “bordos”, “cuadros de agua”. Es frecuente que el llenado y vaciado de cajas se realice al pasar agua de una caja a otra. Las funciones principales de los almacenamientos es captar agua para dotar de humedad y fertilidad al suelo, la creación de una ecología particular que consiste en la llegada de patos silvestres y la proliferación de peces, la recarga de acuíferos por la infiltración y el control de avenidas (Palerm, 2002).

En el Ejido, los almacenamientos de agua son llamados depósitos bordos o presas y son utilizados para almacenar temporalmente el recurso agua y utilizarlo para el riego de cultivos comerciales, cultivar especies acuáticas para complementar la alimentación familiar, proporcionar agua a los animales

domésticos y para fines recreativos. Es una tecnología prehispánica muy común en el centro y sur de México (Rojas, 2009).

El suministro de agua para riego se realiza mediante un sistema de abastecimiento, conducción distribución y almacenamiento, está conformado por depósitos, canales, compuertas y válvulas que permiten hacer un manejo sustentable del recurso. En caso de no utilizar el agua para el riego, ésta puede ser almacenada en otros depósitos y utilizarse posteriormente. Todos los almacenamientos disponen de canales, compuertas y válvulas que permiten conducir y distribuir el agua a todas las parcelas del Ejido.

El uso y manejo del agua en los procesos agrícolas se realiza por diferencia de altitudes (riego por gravedad) entre los almacenamientos y la ubicación espacial de las parcelas. A partir del primer almacenamiento, el agua es conducida y distribuida de manera natural hacia las parcelas, no se requiere utilizar equipo de bombeo, ya que la pendiente del terreno es descendente (de norte a sur). Los excedentes escurren por las pendientes de las laderas y finalmente, son incorporados al caudal de los ríos.

Desde la primera dotación de agua (1952), los campesinos del Ejido y la región (Juan, 2014), se han organizado para hacer un uso y manejo eficiente del agua. Palerm (2002), en su Antología Sobre Pequeño Riego, Sistemas de riego no convencionales, dice que los requerimientos técnicos para el manejo del agua implican una cierta organización y acuerdos entre los co-propietarios. Esto es válido en el Ejido Santa Ana Xochuca, donde el manejo del agua funciona a través de la participación de todos los ejidatarios, quienes nombran a un encargado (aguador) para administrar y suministrar el uso del agua para riego a todos los ejidatarios.

La designación del encargado o administrador del agua para riego se realiza en una asamblea general donde participan exclusivamente los ejidatarios, generalmente se elige al ejidatario o hijo de un ejidatario que sea responsable, honesto, solidario, justo y dinámico. Las estrategias y normatividad (auto-gobierno) para uso y manejo del agua de riego son establecidas por los integrantes de la asamblea y el administrador. Las funciones del encargado o administrador del agua de riego son las siguientes:

1. Proporcionar agua a todos los ejidatarios que requieren el servicio para riego en sus cultivos. El suministro del servicio es constante durante las 24 horas del día. La duración del suministro y el volumen para cada ejidatario está condicionado por siete factores: a) estación del año, b) frecuencia de lluvias y deshielo en la pendiente sur del Volcán Xinantécatl, c) volumen de conducción desde el área de captación, d) superficie de la parcela, e) tipo de cultivo, f) ubicación de las parcelas respecto al almacenamiento, y g) volumen disponible en los almacenamientos.
2. Conducir el agua hacia el almacenamiento de mayor capacidad, manteniendo el volumen máximo para evitar su descarga total, excepto en los meses de abril y mayo que se vacía casi en su totalidad (95%).
3. Cobrar por el servicio de suministro de agua. El número de horas de suministro está en función de los factores referidos anteriormente. La forma de determinar el volumen de salida es arbitraria y empírica, las paredes de las compuertas tienen señalamientos que indican el equivalente a un volumen y caudal determinado (tanda). El señalamiento o indicador es complementado con observaciones directas en la velocidad del caudal y el nivel del agua en los canales de conducción. El costo del servicio de suministro de agua para riego es determinado en la asamblea de ejidatarios, asignando una cantidad para el mantenimiento del sistema de captación, conducción y abastecimiento.
4. Supervisar y vigilar la infraestructura y el funcionamiento del sistema de captación, abastecimiento y conducción, esto con el propósito de evitar inadecuado manejo del recurso. En caso de existir problemas técnicos en el sistema, el administrador convoca a todos los ejidatarios para integrar equipos de trabajo y dar solución a las averías.
5. En caso de problemas mayores en el sistema, el encargado o administrador solicita recursos económicos (cooperación monetaria) a todos los ejidatarios para la adquisición de materiales y equipo, o para el pago por mantenimiento técnico del sistema.
6. Organizar equipos de trabajo para hacer recorridos por la pendiente sur del Volcán Xinantécatl, esto con la finalidad de vigilar y mantener la cubierta forestal y supervisar el caudal de los arroyos que aportan el

recurso hídrico. Los ejidatarios conocen ampliamente la importancia de mantener la cubierta forestal, pues participan activamente en campañas de reforestación y saben que la deforestación y los procesos erosivos influyen directamente en el ciclo hidrológico.

7. Asistir a las reuniones convocadas por la Unión de Ejidatarios de la Región para tratar asuntos agrícolas, uso y manejo del agua, riesgos hidrometeorológicos, uso clandestino del recurso, pesca en los almacenamientos, mantenimiento del sistema y sancionar a los infractores.

8. Supervisar el uso y manejo adecuado del agua por parte de los regantes. En caso de desperdicio o abandono del riego, el administrador del servicio tiene la facultad de interrumpir el suministro (cierre de compuerta) o desviar el agua hacia canales secundarios para conducirla a otros almacenamientos, evitando el uso inadecuado del recurso.

Resultados y discusión

Existen diversas técnicas para el uso y manejo del agua en los procesos agrícolas, que no son propiamente sistemas de riego, cuando menos no son de la competencia de los especialistas en irrigación, ni suelen estar en las estadísticas nacionales como *“tierras de riego”*. Para que una técnica de manejo del agua sea considerada como “sistema de riego” se requiere un reservorio de agua o una fuente perenne de agua y una red de canales o un sistema de distribución tecnificado (Palerm, 2002). En el Ejido Santa Ana Xochuca el sistema de riego no es tecnificado, ni existe solamente un reservorio. El riego de los cultivos se hace mediante el conocimiento de las condiciones topográficas, la diferencia altitudinal, la gravedad, la ubicación geográfica de las parcelas y las estrategias de organización social comunitaria, las cuales permiten gestionar el agua para riego como un bien común, y lo hacen con éxito, tal y como Ostrom (2012) lo ha registrado en el mundo para algunos sistemas de riego.

El uso y manejo del agua para riego está sustentado en el conocimiento (geográfico y ecológico) que poseen las familias campesinas, la organización social comunitaria con un tipo de economía agrícola caracterizada por la diversidad de cultivos comerciales y tradicionales. Como enfatiza Toledo (1991),

los campesinos aplican estrategias complejas en las que combinan componentes biológicos, ecológicos y geográficos y sus procesos para el manejo de los recursos naturales.

Los ejidatarios han cavado canales que conducen el agua desde los almacenamientos hasta las parcelas agrícolas. Después de ser utilizado el caudal para riego de los cultivos, los excedentes escurren por canales menores (secundarios y terciarios) y son distribuidos para el riego de cultivos establecidos en parcelas ubicadas en menor altitud, de no ser utilizados, éstos son almacenados en otros almacenamientos menores (bordos). En este proceso de manejo del agua, los recursos naturales asociados con la conducción y distribución del agua son rocas, pasto, suelo húmedo y vegetales herbáceos.

La interacción de las condiciones ambientales del Ejido con la organización social comunitaria para el uso y manejo del agua coadyuvan a la formación de diversos sistemas agrícolas con cualidades peculiares para cada uno de los cultivos y sus ciclos respectivos. Los cultivos de riego se establecen en cualquier época del año y tienen como destino final los mercados regionales y nacionales. El 67% de los ejidatarios divide sus parcelas para utilizar algunas áreas en cultivos de riego y cultivos de temporal.

En el Ejido, el éxito de la agricultura de riego depende de las estrategias de uso y manejo del agua, de los cultivos de temporal que proporcionan alimento a las familias, del manejo de otros recursos naturales y de los grupos de ayuda mutua. De no existir una organización social comunitaria eficiente, se generarían problemas en el uso y manejo del agua.

Desde la perspectiva de la ecología cultural (Steward, 1972) y la geografía ambiental (Bocco & Urquijo, 2013), en el Ejido Santa Ana Xochuca fueron identificadas tres relaciones para el manejo de los recursos naturales, principalmente el agua para riego:

1. *La relación entre los ejidatarios y varios componentes de su ambiente inorgánico como la altitud, topografía, clima, agua y suelo.* El conocimiento de la diversidad topográfica, la altitud y la gravedad han permitido el uso y manejo del agua para riego. El riego de los cultivos se hace por diferencia del gradiente altitudinal y gravedad.

2. *La diversidad vegetal es utilizada y manejada para la alimentación de la familia, alimentación de los animales domésticos y control del caudal en los surcos.* La caza y captura de animales silvestres coadyuva en la alimentación familiar. Los animales domésticos complementan la dieta alimentaria y son utilizados en los procesos agrícolas. Algunas partes de plantas (follaje) son utilizadas para el control del caudal durante el riego.

3. *La relación entre los ejidatarios de la región.* Los campesinos establecen relaciones que favorecen la cohesión social entre las familias y sus vecinos. Las relaciones se expresan a través de la ayuda mutua y favorecen el uso y manejo del agua en el Ejido y la región.

Análisis de manejo del agua 2006 y 2016

a) En el año 2006, solamente existían 13 almacenamientos con un volumen total de 112 515. 52 m³ (tabla No. 1). Para el año 2016, el número de depósitos fue 35, o sea, 22 depósitos más en comparación al año 2006 (tabla No. 2), esto significa un incremento del 169%. El volumen de almacenamiento es de 126 317. 79 m³ (13 802.27 m³ más en comparación con el año 2006), lo cual representa el 10.9%. Aunque para el año 2016 el incremento de almacenamientos fue de 169%, el incremento en el volumen fue mínimo (10.9%), esto se debe a que 15 de los nuevos almacenamientos tienen capacidad menor a 300 m³ y ocupan menor superficie. El agua que se almacena en los nuevos depósitos proviene de escurrimientos excedentes del riego de los cultivos y de la precipitación pluvial.

b) El 89% de los ejidatarios considera que antes del año 2006, el suministro de agua para riego de cultivos era suficiente, pero a partir del año 2008, la época de lluvias es irregular, o sea, puede iniciar en la primera quincena de mayo o presentarse hasta principios de junio, por lo que, los ejidatarios han acondicionado almacenamientos en sus propias parcelas o en las tierras de uso común.

c) 74% de los almacenamientos contienen peces (*Oreochromis niloticus*) y anfibios (*Lithobates catesbeianus*), los cuales son utilizados para complementar la alimentación del 100% de las familias campesinas. Los almacenamientos generan microclimas, proveen agua a los animales domésticos, embellecen el paisaje y son ambientes agradables para la recreación y el esparcimiento. El

95% de los encuestados considera que los almacenamientos de agua son importantes para las familias, además, disponer de un depósito, asegura la provisión de alimento durante la mayor parte del año. Los almacenamientos de agua también son hábitats importantes para patos (*Anas penelope*) y garzas (*Ardeidae sp*). En el Ejido, los almacenamientos de agua son multifuncionales.

d) En 2016, el área que ocupan los almacenamientos fue de 81 441 m², lo cual representa el 1.9% de la superficie total del Ejido. El área de cada uno de los 35 almacenamientos es diferente, el menor tiene 29.21 m², y el mayor, 19 818 m². La diferencia de área de los almacenamientos está asociada con las superficies de las parcelas y con la distancia entre éstas y las tierras de uso común (tabla No. 2 y figura No. 2). El 78% de los ejidatarios considera que es mejor disponer de un depósito de menor área pero de mayor profundidad, ya que un depósito con área grande afectaría la superficie agrícola cultivable.

e) El costo para la excavación de un depósito es variable en función del área y la profundidad. El costo promedio (incluye mano de obra y combustibles para la maquinaria) para un área de 200 m² y de 2.5 m de profundidad es de \$ 3 500.00 (tres mil quinientos pesos m.n.). Los ejidatarios siempre tratan de elegir un espacio estratégico para la excavación, comparten los costos, acondicionamiento y mantenimiento del almacenamiento, y por consiguiente, también comparten el volumen de agua almacenada.

f) El Ayuntamiento del Municipio de Villa Guerrero en coordinación con los integrantes de la Comisaria Ejidal y la Delegación del asentamiento humano han establecido convenios para la excavación y acondicionamiento de almacenamientos en las Tierras de Uso Común, esto con el propósito de disponer de almacenamientos de mayor capacidad. En estos acuerdos, los ejidatarios no realizan ningún pago, pero aportan los costos del combustible para la maquinaria y proporcionan alimento a los operadores.

g) Cada uno de los almacenamientos tienen profundidad diferente, el promedio es de 2.0 m. El menos profundo tiene 0.8 m, mientras el de mayor profundidad alcanza 5.7 m. La profundidad no es proporcional al área que éstos ocupan, ya que no todos los almacenamientos de mayor superficie tienen mayor profundidad, con excepción del almacenamiento mayor, cuya área es de 19 818 m² y su profundidad de 5.7 m. El 37% de los ejidatarios comenta que los

almacenamientos más profundos representan riesgos y peligros para los habitantes.

h) El almacenamiento con mayor perímetro tiene 556 m, y el menor 37 m. Esta cualidad está vinculada con su forma perimetral, la mayoría no tiene figura geométrica definida (figura No. 2 y figura No. 3). El 83% de los ejidatarios refirió que al momento de gestionar el servicio de maquinaria para excavación, lo más importante es disponer de un almacenamiento, sin importar el diseño de una forma geométrica específica, pues algunas ocasiones la configuración topográfica del terreno, su proximidad con las vías de comunicación y la presencia de árboles, no favorecen un diseño específico. Solamente cinco almacenamientos (14.2%) se caracterizan por ser ligeramente cuadrangulares.

i) Con relación a la capacidad (volumen) de almacenamiento, ésta es variable y depende de cuatro factores: 1) el volumen de precipitación pluvial en la pendiente sur del Volcán Xinantécatl, 2) el volumen de precipitación pluvial en la región, 3) los escurrimientos excedentes del riego, y 4) el número de usuarios/día. El almacenamiento de mayor capacidad es de 46 988.67 m³; mientras el menor, 29.21 m³. El 74% de los ejidatarios comentó que cuando los almacenamientos disminuyen su nivel (volumen), entonces deben recurrir al bombeo, accesorios y combustible para extraer el agua (tabla No. 1).

j) En virtud de que después del año 2008, el régimen pluviométrico es irregular, en reunión de asamblea se determinó hacer excavaciones para almacenar agua en áreas clasificadas como Tierras de Uso Común, estrategia importante para disponer de agua para riego en la época de estiaje, mitigar riesgos hidrometeorológicos y coadyuvar en la seguridad alimentaria.

k) Entre 2006 y 2016 el número de canales de conducción y distribución ha permanecido constante, con excepción de la apertura de canales terciarios (zanjas) que conducen los escurrimientos excedentes desde las parcelas hacia los almacenamientos ubicados en menor altitud o los que vierten hacia las áreas ocupadas con vegetación nativa (figura No. 2 y figura No. 3).

l) Las condiciones en las que se encuentran actualmente (2016) los canales de conducción sí son diferentes a las condiciones que prevalecían en el año 2006. En 2014 y 2015, la asamblea de ejidatarios determinó que los canales de conducción deberían ser revestidos con concreto (mezcla de cemento, arena,

grava y agua), con la finalidad de incrementar la velocidad del caudal y evitar desperdicio. Se han revestido 1 800 metros de canales. 72% de los ejidatarios considera que el revestimiento es importante para el manejo adecuado del agua para riego, ya que no requiere labores de mantenimiento, 28% opina que no es necesario revestir los canales, ya que el agua entra rápido a las parcelas y provoca erosión.

m) Como se observa en la figura número 2, un canal principal proveniente de un primer almacenamiento ubicado en el Ejido de la Finca (colindancia norte del Ejido Santa Ana Xochuca), conduce agua hacia el almacenamiento de mayor capacidad (número 9), pero antes de ingresar el caudal en el almacenamiento referido, una parte es utilizada para el riego de parcelas adyacentes. A partir de este almacenamiento, derivan tres canales de conducción con dirección hacia el sur, su función es abastecer a otros almacenamientos de menor capacidad y ubicados en puntos estratégicos de las parcelas y Tierras de Uso Común.

De los tres canales principales de conducción derivan los canales de distribución, éstos suministran agua a las parcelas o abastecen a otros almacenamientos (figura No. 2). El canal de conducción de mayor longitud está ubicado de manera paralela a un camino de terracería localizado en el lomerío izquierdo y tiene una longitud de 4 743.20 metros. El segundo canal en importancia se ubica a un lado del camino principal de acceso y pasa por el centro del asentamiento humano, mide 4 4421.90 metros, uniéndose al primero en la colindancia sur del Ejido, y juntos vierten los escurrimientos al Río Calderón. El canal de menor longitud tiene 3 014.22 metros, está ubicado en el lomerío derecho y vierte sus escurrimientos al Río Tenancingo.

n) El 63% de los ejidatarios comenta que, al existir mayor disponibilidad de agua para el riego, entonces, existe la posibilidad de intensificar el uso del suelo, así como el establecimiento, combinación o rotación de cultivos, unos para abastecer a los mercados, y otros para la subsistencia familiar. Vargas (2010), refiere que al cambiar el patrón de cultivos se transforma el patrón de uso de agua, y por consiguiente, inician procesos de cambio de uso del suelo (Juan, 2014).

o) De 2006 a 2016 el proceso de cambio de uso del suelo es significativo, está vinculado con el establecimiento de infraestructura de invernaderos para la

producción de flores, fresa y jitomate. Como se muestra en la figura número 2, antes del año 2006, en el Ejido no había invernaderos. Actualmente (2016) existen 15 invernaderos, los cuales suman 50 840 m² (1.0%) de la superficie ejidal (figura No. 3). El 64% de los ejidatarios considera que la infraestructura para la producción agrícola en sistemas de invernadero tiene costos muy elevados, pero al transcurrir el tiempo, las ganancias obtenidas compensan los gastos realizados. 21% considera que los productos agrícolas producidos en sistemas de invernaderos carecen de calidad, 5% menciona que la producción en invernaderos no requiere mucha fuerza de trabajo, que el consumo de agua es mínimo y el riesgo de plagas y enfermedades es menor.

Palacios y Escobar (2016) enfatizan que la agricultura en general y la agricultura de riego en particular son actividades que han cambiado de modo significativo el paisaje de nuestro planeta y alterado los ecosistemas, además, provoca impactos sobre el ambiente. En el Ejido, los invernaderos provocan impactos al paisaje.

Tabla No. 1. Uso y manejo del agua para riego. Ejido Santa Ana Xochuca, Estado de México. Año 2006.

No. de depósito	Superficie (m²)	Perímetro (m)	Profundidad (m)	Volumen (m³)
1	3,090	226	3.6	4,903.30
2	3,704	250	3.8	6,333.33
3	8,658	359	4.6	15,809.40
4	10,117	434	3.2	16,073.05
5	3,837	251	2.3	3,864.06
6	1,494	156	1.8	1,168.13
7	3,169	229	2.6	3,635.91
8	3,651	228	2.2	3,049.73
9	19,818	556	5.7	46,988.67
10	2,813	200	2.2	2,346.67
11	139	49	1.2	76.83
12	871	133	2.1	990.58
13	5,196	292	3.2	7,275.86
Total	66,557.00	-----	-----	112,515.52

Fuente: Trabajo de campo, 2015.

Tabla No. 2. Uso y manejo del agua para riego. Ejido Santa Ana Xochuca, Estado de México. Año 2016.

No. de depósito	Superficie (m ²)	Perímetro (m)	Profundidad (m)	Volumen (m ³)
1	3,090	226	3.60	4,903.30
2	3,704	250	3.80	6,333.33
3	8,658	359	4.60	15,809.40
4	10,117	434	3.20	16,073.05
5	3,837	251	2.30	3,864.06
6	1,494	156	1.80	1,168.13
7	3,169	229	2.60	3,635.91
8	3,651	228	2.20	3,049.73
9	19,818	556	5.70	46,988.67
10	2,813	200	2.20	2,346.67
11	139	49	1.20	76.83
12	871	133	2.10	990.58
13	5,196	292	3.20	7,275.86
14	1,316	142	1.20	645.25
15	214	65	1.00	112.67
16	330	74	1.30	189.83
17	2,178	182	1.90	1,678.28
18	416	85	1.20	231.20
19	276	68	1.10	135.64
20	216	60	1.40	134.40
21	2,331	188	2.50	2,356.27
22	298	77	1.50	237.16
23	81	37	0.80	29.21
24	114	44	1.30	67.11
25	264	77	1.70	268.78
26	132	47	1.10	64.80
27	239	64	1.00	109.23
28	1,395	150	1.90	1,140.00
29	277	78	1.00	162.24
30	1,004	140	1.80	940.80
31	388	85	1.60	308.27
32	92	41	1.10	49.31
33	2,788	286	2.10	4,580.58
34	289	66	1.20	139.39
35	246	80	1.30	221.87
Total	81,441.00	-----	-----	126,317.79

Fuente: Trabajo de campo, 2015.

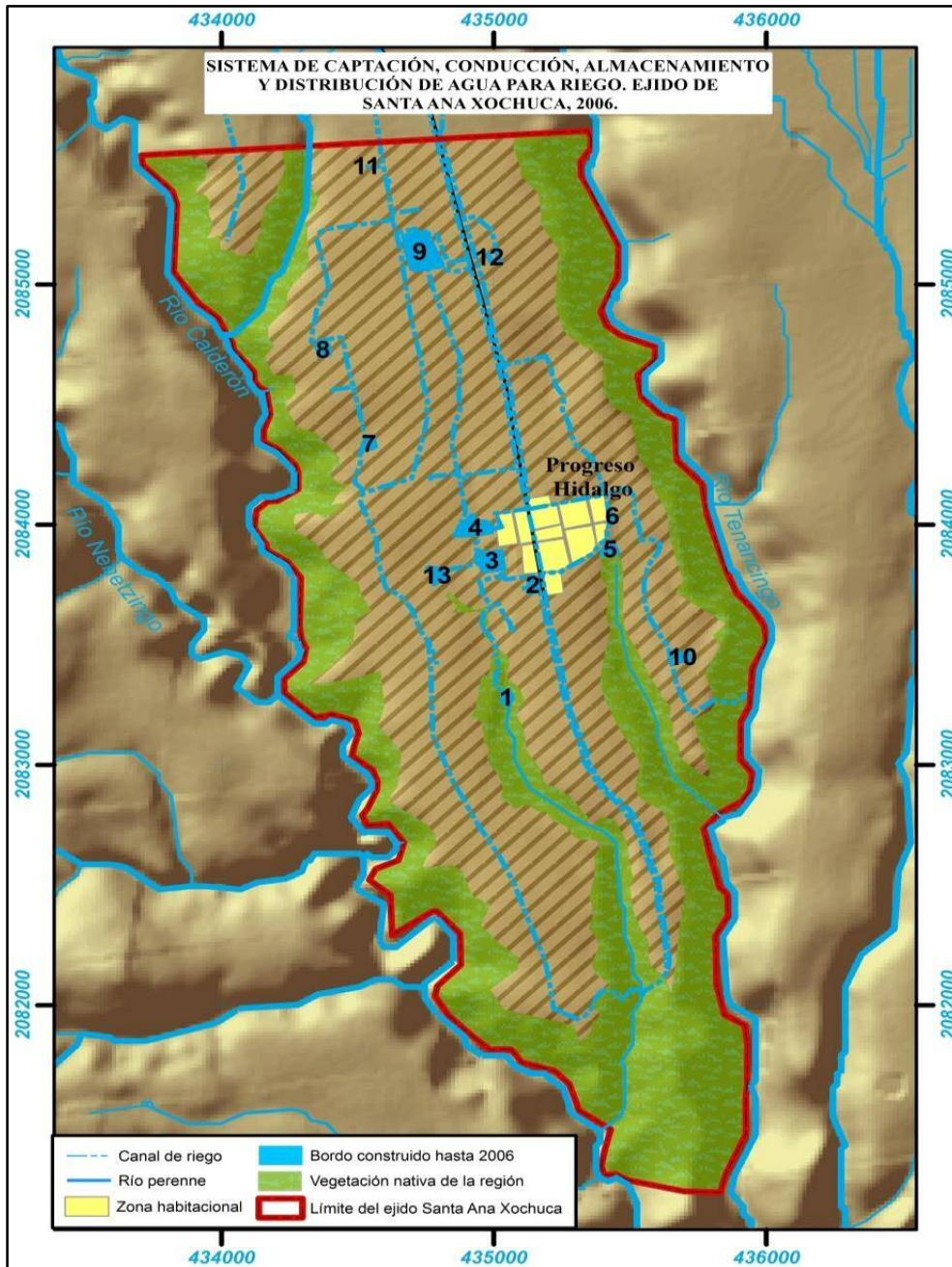
El Ejido Santa Ana Xochuca es importante por las estrategias generadas por las familias para el manejo combinado de su economía, articulado al de los sistemas naturales y el manejo del agua para riego.

A través del tiempo los campesinos regantes han utilizado diferentes conocimientos para manejar el agua y sus obras hidráulicas. El manejo del agua a pequeña escala conduce al origen de sistemas agrohidráulicos adaptados a condiciones ambientales y socioeconómicas locales. El conocimiento que poseen los campesinos les ha permitido aplicar estrategias para la conservación y manejo del agua (Ocampo & Escobedo, 2006).

El conocimiento de las condiciones geográficas, ambientales y ecológicas se manifiesta en las estrategias utilizadas para el uso y manejo del agua, el relieve, la diferencia altitudinal, la gravedad, las rocas, el suelo, la humedad y la vegetación (Juan, 2014). Este conocimiento coadyuva al manejo de diversos cultivos, manejo de recursos naturales y la combinación de agricultura de riego con agricultura de temporal. Calvache (2009) refiere que al utilizar el desnivel del terreno como fuente de energía para la conducción y distribución del agua, se logra la máxima eficiencia en la distribución hídrica y se optimiza el uso del agua en la producción agrícola.

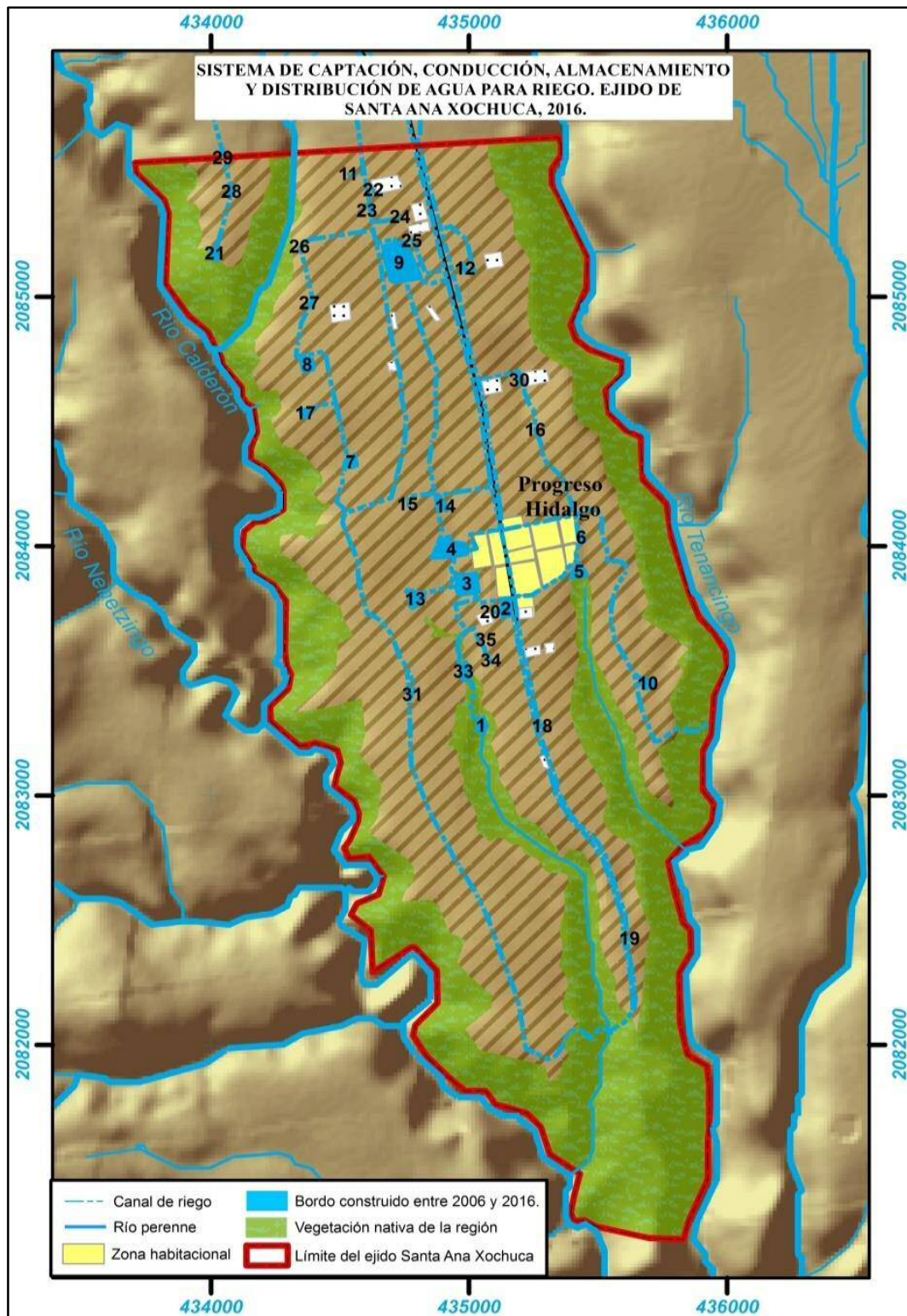
La existencia de los sistemas de riego implica su operación, conservación y administración, exige mantener en óptimas condiciones de operación los canales, drenes, caminos, estructuras y obras complementarias, solo así es posible proveer agua a los usuarios en la cantidad y oportunidad debidas (Aceves, 1998). En el Ejido Santa Ana Xochuca, la operación, conservación y administración del sistema de captación, conducción, almacenamiento y distribución funciona adecuadamente, suministra agua a todos los regantes, siempre y cuando haya disponibilidad.

Figura No. 2. Almacenamientos de agua para riego y canales. Ejido Santa Ana Xochuca, Estado de México. Año 2006.



Fuente: INEGI (2001) Cartas topográficas claves E14A58 y E14A59.

Figura No. 3. Almacenamientos de agua para riego y canales. Ejido Santa Ana Xochuca, Estado de México. Año 2016.



Fuente: INEGI (2001) Cartas topográficas claves E14A58 y E14A59.

Montes de Oca, Palerm y Chávez (2012) y Montes de Oca y Palerm (2013) demuestran que el servicio de agua para riego en las comunidades que conforman el Sistema de Riego Tepetitlán, Estado de México no es equitativo. Existe un plan de riegos, el cual indica que el riego debe iniciar aguas arriba y termina aguas abajo. Los usuarios de aguas abajo deben esperar a que los usuarios de aguas arriba terminen de regar o cierren las compuertas para iniciar el riego en sus parcelas. La inequidad en la distribución del agua se asocia con la ubicación geográfica de las comunidades de regantes, es decir, si se encuentran aguas arriba o aguas abajo de canales principales o secundarios. En esta región, la inequidad se demuestra en el suministro de agua; primero riegan las parcelas ubicadas aguas arriba, situación que no ocurre en el Ejido Santa Ana Xochuca.

Vargas (2010), realizó un estudio sobre aspectos socioeconómicos de la agricultura de riego en la Cuenca Lerma-Chapala. En las comunidades regantes de la cuenca, el autor enfatiza que existe una problemática muy diferenciada entre cada sistema de riego, se muestra un patrón complejo de relaciones entre el tamaño de las unidades de producción, las características de los responsables de la producción, las formas de acceso al agua y su ubicación a lo largo de la cuenca, situación semejante a lo que ocurre en el Sistema de Riego Tepetitlán, ubicado en la misma cuenca. Entre los agricultores existen valores medioambientales positivos, que se expresan en la disposición de apoyar en acciones de mejoramiento, siempre y cuando se realicen en condiciones de equidad y compensación, y con base en una negociación equitativa.

En el Ejido Santa Ana Xochuca, el agua es el elemento determinante en la economía, su uso y manejo está vinculado con el conocimiento del ambiente, la agricultura y la organización social. El manejo del agua debe entenderse dentro de un ciclo anual que combina dos tipos de agricultura. Esto es acorde con lo que enfatiza Aceves (1998), quien señala que en concordancia con los sistemas de riego existen variados sistemas de producción agrícola, que el sistema de producción más común en las áreas de riego incluye la categoría de cultivo único con el arreglo o disposición espacial que cada caso requiere, es decir, en la parcela se hace un solo cultivo y no se comparte con otros, situación totalmente diferente a lo que permite el sistema de riego en el Ejido, en donde los

campesinos intercalan y combinan varios cultivos. En este Ejido, la organización social comunitaria, el conocimiento del ambiente y el manejo de recursos naturales han sido determinantes para el manejo del agua y los procesos agrícolas.

Aceves (1998), menciona que los logros en la agricultura de temporal son resultado de la investigación básica y aplicada, la asistencia técnica y apoyos especializados. El productor tradicional ha adaptado sus prácticas tradicionales a las nuevas tecnologías en los sistemas de riego y de temporal.

Las estrategias utilizadas en el manejo del agua en sistemas de riego no convencionales favorecen el aprovechamiento de la biodiversidad, la producción agrícola, la soberanía y seguridad alimentaria, el funcionamiento de los agroecosistemas, la recarga de acuíferos, el manejo de riesgos hidrometeorológicos y la conservación del suelo. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2010), considera que la gestión mejorada del agua de uso agrícola es un motor de crecimiento para el desarrollo rural: crea empleo, mejora la seguridad alimentaria y revitaliza las economías locales.

En concordancia con lo que señala la FAO, algunos investigadores (Ocampo & Escobedo, 2006; Montes de Oca *et al.*, 2012; Montes & Palerm, 2013; Juan, 2014,) consideran que la agricultura campesina es una actividad importante, los alimentos producidos constituyen una fuente básica para las comunidades rurales. El agua de riego en la agricultura campesina, además de aumentar los rendimientos de los cultivos, contribuye a conservar los recursos naturales, establece relaciones sociales comunitarias, genera nuevos conocimientos y mantiene la relación campesino-agua para hacer agricultura (Ocampo & Escobedo, 2006; Juan, 2014). En el Ejido Santa Ana Xochuca, el manejo del agua y la agricultura fomentan la cohesión social comunitaria.

Los campesinos regantes han manejado el espacio hidráulico con racionalidad y han logrado adecuar sus prácticas al nuevo contexto, con ello han mostrado su fortaleza autogestiva y su capacidad social de resiliencia para enfrentar los cambios provocados desde el exterior o dentro del sistema (Ocampo & Escobedo, 2006). Respecto a sistemas agrícolas de pequeño riego, el

campesino ha generado conocimientos para manejar el agua, la infraestructura y los cultivos (Ocampo & Escobedo, 2006).

Vargas (2010), determina que en varias comunidades de la Cuenca Lerma-Chapala predomina el régimen de propiedad ejidal, pero el suministro de agua no lo determinan los ejidatarios, ya que muchas veces, éstos no conocen el origen del recurso ni las condiciones en las que se encuentra, situación que no coincide con el uso y manejo del agua en el Ejido Santa Ana Xochuca, donde los ejidatarios conocen el funcionamiento de abastecimiento, conducción y distribución del agua de riego. El agua es un recurso fundamental para el desarrollo socioeconómico y un activo ambiental para conservar los ecosistemas y la biodiversidad.

Conclusiones

El funcionamiento y mantenimiento de los almacenamientos de agua para riego, las compuertas y los canales requiere de la organización social comunitaria, estrategia que ha favorecido la producción agrícola para abastecer a los mercados nacionales y proveer alimento a las familias campesinas. El funcionamiento de este sistema de riego ejidal es un referente para otras comunidades rurales de México.

Las familias del Ejido Santa Ana Xochuca enfrentan tres retos: el primero está vinculado con la contaminación del agua por el uso excesivo de agroquímicos, los cuales son utilizados para producir grandes volúmenes de alimentos y satisfacer las necesidades de las familias que viven en las ciudades. La producción ecológica y otras variantes, es una opción, pero los ejidatarios aún no están convencidos ni preparados para el manejo de estas modalidades agrícolas, además, las empresas transnacionales productoras de agroquímicos ejercen fuertes presiones para la comercialización de sus productos.

El segundo reto es el ingreso de empresarios procedentes de otras regiones del país, cuyo interés es la adquisición de parcelas para el establecimiento de cultivos en invernadero (agricultura comercial tecnificada). Las condiciones climáticas asociadas con la ubicación del Ejido en el Subtrópico Mexicano, la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua para riego y el fácil acceso a rápidas vías de comunicación (carreteras) que conducen a otras regiones de México, son

factores que están influyendo en la disminución del establecimiento de cultivos sustentables, impacto al paisaje, cambio en los modos de producción, y lo más grave, la sustitución de los ejidatarios (propietarios) por fuerza de trabajo asalariada (jornaleros), esto como consecuencia de la venta de las parcelas agrícolas.

Diversificar el uso potencial de los almacenamientos con volumen superior a 5 000 m³, la diversidad gastronómica sustentada en el manejo de recursos naturales y el paisaje es el tercer reto. La práctica de la pesca deportiva, el turismo alternativo y algunos deportes acuáticos son actividades que pueden coadyuvar al desarrollo local sustentable del Ejido, esto es viable, ya que los ejidatarios tienen una fortaleza importante: la organización social comunitaria para el manejo del agua, los recursos naturales y la agricultura.

Referencias

- Aceves, E. (1998). Uso y Manejo del agua en la agricultura mexicana. *Comercio Exterior*, (38)7, 570-577. Recuperado de <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/188/2/RCE2.pdf>
- Bocco, G., & Urquijo, P. (2013). Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y Sociedad*, (XXV)56, 75-101. Recuperado de <https://www.colson.edu.mx:4433/Revista/Articulos/56/3Bocco.pdf>
- Calvache, M. (2009). Manejo del Agua de Riego en Zonas de Ladera. *EIDOS*, 32-39. Doi: 10.29019/Eidos.v0i252
- García, E. (1986). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen*. México. México: Instituto de geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gobierno del Estado de México (GEM). (1958). *Catálogo. Los Ejidos del Estado de México*. México: Gobierno del Estado de México.
- González, J. A. (2007). Conversión social y cultural. De los agroecosistemas tradicionales a los alternativos en México. En González, J.A., Del Amo, R. S. & Gurri, G. F. (Eds.) *Los nuevos caminos de la agricultura: procesos de conversión y perspectivas* (pp. 59-95). México: Plaza y Valdés-Universidad Iberoamericana-PROAFT.A.C.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2001). *Cartas topográficas*. Claves: E14A58 y E14A59, escala 1: 50 000. México: INEGI.
- Juan, J. I., Gutiérrez, J. G., Franco, P.R., Monroy, J. F., Balderas, M. Á., & Antonio, N. X. (2011). Grupos de ayuda mutua juvenil en la región fresera del Subtrópico mexicano: una estrategia para la subsistencia de las familias campesinas. *LEISA. Revista de Agroecología*. 27 (1), 12-13.
- Juan, J. I. (2014). Uso y manejo de recursos naturales en los procesos agrícolas de una comunidad del Subtrópico mexicano. Progreso Hidalgo, México. *Perspectivas Latinoamericanas*. (11), 58-68.
- Leyes y Códigos de México (LCM). (2001). *Ley Orgánica y Ley Agraria de los Tribunales Agrarios. Disposiciones Complementarias*. Decimoquinta edición actualizada. México: Porrúa.
- Montes de Oca, A., Palerm, J., & Chávez, 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. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000100006&lng=es&tlng=e
- Montes de Oca, A., & Palerm, J. (2013). Los reservorios secundarios (jagüeyes) en el sistema de riego Tepetitlán: el control local. En Palerm, J. & Martínez, T. (Eds.). *Antología sobre Riego. Instituciones para la gestión del agua: vernáculas, alegales e informales*. (pp.215-233). México: Biblioteca Básica de Agricultura.
- Ocampo, I., & Escobedo, J. F. (2006). Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. *Ra Ximhai*. 2(002), 343-371. Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rxm/article/view/6878/6398>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2010). *El agua y la agricultura*. Recuperado de <http://www.fao.org/WorldFoodSummit/sideevents/papers/Y6899S.htm>

- Ostrom, E. (2012). *Acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*. México. Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Palacios, O. L., & Escobar, B. S. (2016). La sustentabilidad de la agricultura de riego ante la sobreexplotación de acuíferos. *Tecnología y ciencias del Agua*. (3)2, 5-16. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000200005&lng=es&tlng=es.
- Palerm, J. (2002). *Antología sobre Pequeño Riego*. Volumen III Sistemas de Riego no Convencionales. México: Colegio de Postgrados.
- Rojas, R.T. (2009). Las obras hidráulicas en la época prehispánica y colonial. En Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). *Semblanza histórica del agua en México* (pp. 7-79). México: SEMARNAT.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SSP). (1981). *Síntesis Geográfica del Estado de México*. México:SPP.
- Steward, J. (1972). *Theory of Culture Change. The methodology of multilineal evolution*. USA: Illinois University Press.
- Toledo, V. M. (1991). *El juego de la supervivencia. Un Manual para la investigación etnoecológica en Latinoamérica*. Santiago, Chile: Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (CLADES).
- Vargas, S. (2010). Aspectos socioeconómicos de la agricultura de riego en la Cuenca Lerma-Chapala. *Economía, Sociedad y Territorio* (10)32, 231-263.