



Ra Ximhai

ISSN: 1665-0441

raximhai@uaim.edu.mx

Universidad Autónoma Indígena de México
México

Ocampo-Fletes, Ignacio; Escobedo-Castillo, Juan Francisco
Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego
Ra Ximhai, vol. 2, núm. 2, mayo-agosto, 2006, pp. 343-371
Universidad Autónoma Indígena de México
El Fuerte, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46120203>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2006

CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y ESTRATEGIAS CAMPESINAS PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA DE RIEGO

Ignacio Ocampo Fletes y Juan Francisco Escobedo Castillo

Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2

Universidad Autónoma Indígena de México

Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 343-371





CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y ESTRATEGIAS CAMPESINAS PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA DE RIEGO

TRADITIONAL KNOWLEDGE AND PEASANT-LIKE STRATEGIES FOR THE HANDLING AND CONSERVATION OF THE WATERING WATER

Ignacio Ocampo-Fletes¹ y Juan Francisco Escobedo-Castillo²

¹Profesor Investigador Asociado. Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. Correo electrónico: ofletes_2000@yahoo.com. ²Profesor Investigador Asociado. Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla.

RESUMEN

La agricultura campesina que utiliza pequeñas cantidades de agua, continúa siendo una actividad agrícola importante para la sociedad rural de México. De ésta dependen más de un millón de campesinos e indígenas, que además de significar para ellos una actividad económica, representa un sistema sociocultural, que ha permitido la reproducción de las sociedades campesinas y ha generado prácticas más respetuosas con el medio ambiente, debido a que conservan conocimientos locales. Con respecto al agua de riego, existe una identidad campesino-agua para manejarla y conservarla. En el contexto de la crisis del agua de riego, producto de cambios físicos, sociales y políticos, la agricultura campesina enfrenta problemas de escasez del agua, aspecto que ha provocado cambios en la forma de manejar el recurso. Por tal motivo, se propuso como objetivo, identificar las estrategias de manejo y conservación del agua que han adaptado los campesinos, y que están basadas en conocimientos ancestrales para continuar practicando la agricultura. Aplicando el enfoque agroecológico, se estudio a un grupo de campesinos que riegan con el canal San Félix, en la región de Atlixco, Puebla, para conocer la respuesta a la escasez del agua que ingresa por el canal. Los resultados muestran que los regantes han puesto en práctica diferentes estrategias de extracción y localización, como: el vareo para la localización de agua, la excavación y tuneleado de pozos artesianos. Así mismo, han implementado estrategias para el manejo y conservación, como: la construcción de depósitos y lavaderos, han modificado el manejo de achololes, se han introducido sistemas de riego modernos y se esta modificando el arreglo de los cultivos. En todas las técnicas está presente el conocimiento tradicional de los campesinos, producto de la acumulación ancestral. Todas estas prácticas expresan la capacidad de respuesta de los campesinos ante factores adversos.

Palabras clave: Saber, campesino, agroecosistema, pequeña irrigación.

SUMMARY

The peasant-like agriculture that uses small quantities of water, continues being an important agricultural activity for the rural society of Mexico. Of this activity more than a million peasants and indigenous depend, that besides of meaning for them an economic activity, it represents a socio-cultural system that has allowed the reproduction of the peasant societies and it has generated more respectful practices with the environment due to that they conserve local knowledge. Respecting to the watering water, an identity peasant-water exists to manage it and to conserve it. In the context of the crisis of the watering water, product of physical, social and political changes, the peasant-like agriculture faces problems of shortage of the water, aspect that has caused changes in the form of managing the resource. For such a reason, an objective was proposed, to identify the handling strategies and conservation of the water that the peasants have adapted, and that they are based on ancestral knowledge to continue practicing the agriculture. Applying the focus agro-ecologic, a group of peasants who do the watering with "San Félix" channel was studied in the region of Atlixco Puebla, to know the answer to the shortage of the water that enters for the channel. The results show that the peasants have put in practice different extraction and localization strategies, like: such as the retail-trade for the localization of water, the excavation and tunneling of wells artisans. Likewise, they have implemented strategies for the handling and conservation, like: the construction of deposits and laundries, they have modified the "achololes" handling, modern watering systems have been introduced and it is been modified the arrangement of the cultivations. In all the techniques it is present the traditional knowledge of the peasants, product of the ancestral accumulation. All these practices express the capacity of the peasants' answer facing of adverse factors.

Key words: To know, peasant, agro-ecosystem, and small irrigation.

INTRODUCCIÓN

En México, la agricultura campesina continúa representando un subsector agrícola muy importante. Los alimentos producidos constituyen una fuente básica para la subsistencia de las comunidades rurales quienes conservan cultivos practicados desde la época prehispánica, además de generar ingresos, empleos para las comunidades y alimentos para las ciudades.

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 una relación campesino-agua para hacer agricultura. Con pequeñas obras de riego, más de un millón de campesinos, ejidatarios, indígenas y pequeños productores desarrollan la agricultura de la cual dependen (Martínez, 2000).

Para ello, a través del tiempo los campesinos regantes han utilizado diferentes fuentes de conocimientos para manejar el agua y sus obras hidráulicas. En este proceso combinan conocimientos y prácticas de diferentes momentos históricos para establecer agroecosistemas dinámicos en la actualidad. El manejo del agua a pequeña escala, da origen a sistemas agrohidráulicos adaptados a condiciones ambientales y socioeconómicas a nivel local. A través de prácticas tradicionales adecuadas a las condiciones socioculturales producen cultivos diversos, manejando interrelacionadamente el clima, el agua, el suelo y la vegetación. El buen manejo de estos factores, ha permitido conservar el agua gracias al conocimiento de los campesinos.

Sin embargo, los recursos de los agroecosistemas campesinos se ven amenazados por factores externos como está ocurriendo en la región de Atlixco, Puebla, México. El agua superficial de uso agrícola, enfrenta problemas de escasez y contaminación generada por las ciudades. La escasez de agua superficial ha obligado a los campesinos regantes a buscar alternativas para hacer más eficiente el uso y manejo del agua superficial, y han encontrado como alternativa el uso del agua subterránea.

Las culturas campesinas atesoran un corpus de conocimiento tradicional capaz de encarar la crisis ecológica y social del campo (Guzmán *et al.*, 2000). No obstante existe poco conocimiento sistematizado de las estrategias adaptadas por los campesinos, para estabilizar su sistema y continuar su reproducción social y cultural, por lo que, el objetivo de este trabajo fue identificar y caracterizar las estrategias adaptativas para el manejo y conservación del agua que han desarrollado los campesinos, ante un recurso cada vez más escaso, y de esa manera responder las siguientes interrogantes: ¿Cuál ha sido la respuesta de las comunidades campesinas de regantes para continuar manejando su agroecosistema en condiciones de riego?; ¿Cuál es el conocimiento que tienen los campesinos para enfrentar la creciente escasez de agua?; ¿Qué estrategias han adaptado para el manejo y conservación del recurso agua?.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de esta investigación, se realizó en la región de Atlixco, Puebla, localizada en la parte centro-oeste del estado de Puebla, México, entre las coordenadas geográficas $18^{\circ} 54'$ de latitud norte y $98^{\circ} 26'$ de longitud oeste, que se ubica en la región hidrológica del Balsas (RH18), en la cuenca del río Atoyac y en la subcuenca del río Nexapa (INEGI, 2001) (Figura 1).

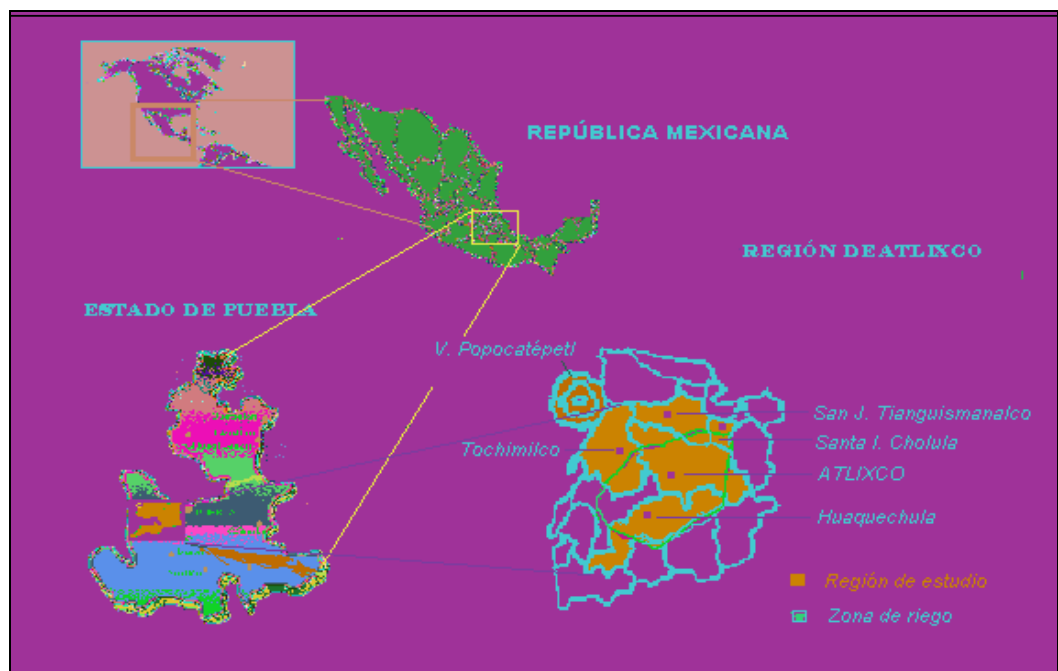


Figura 1. Ubicación geográfica de la región de Atlixco, Puebla, México.

El río Nexapa tiene su parte-aguas en el volcán Popocatepetl y la prolongación del Tentzo y está formado por la unión de los ríos Huilopa y Xalapexco que nacen al norte de la región y recogen los escurrimientos resultantes de los deshielos del volcán Popocatepetl. A lo largo del río Nexapa (entre los municipios de Atlixco e Izúcar de Matamoros) existen 12 presas derivadoras manejadas por campesinos. El río Nexapa conduce 6,000 litros por segundo, agua de los ríos Nexapa y Atoyac (Rodríguez, 2000). Además, existen pozos profundos, manantiales y fuentes mixtas que facilitan el riego a 11,839 hectáreas y benefician a 8,345 productores (SEMARNAP-CNA, 1999; SAGAR, 1999).

La región presenta condiciones climatológicas y edáficas que junto con la disponibilidad de agua favorecen la actividad agrícola. La altitud promedio de la región es de 1,840 metros sobre el nivel del mar. La precipitación media anual es de 840.7 milímetros con una distribución irregular durante el año, la cual se concentra entre los meses de junio a septiembre (estación de verano); el resto del año es más seco. La temperatura media anual es de 18.0 °C, con variaciones medias entre 10.2 y 25.9 °C durante el año (CNA, 2003). La precipitación y la temperatura de la región junto con otros factores definen dos tipos de clima: 1) en la parte norte se presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media $C(w_1)$; 2) en la parte centro y sur se presenta un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano de humedad media ACw_1 .

El objeto de estudio fue el sistema “Canal San Félix”, que pertenece al sistema mayor río Nexapa. El canal San Félix conduce agua a seis ejidos (comunidades) y a seis pequeñas propiedades. El volumen teórico es de 452 litros por segundo para regar 1,043.7075 hectáreas (Junta de Aguas, 1948). Sin embargo, el volumen registrado para 1999 fue de solo 147 l. p. s. (CNA, 1999) para 355 campesinos. El canal San Félix fue la unidad de análisis considerada para este estudio como un agroecosistema.

El estudio se abordó con el enfoque agroecológico para entender el funcionamiento de los agroecosistemas complejos de la agricultura de riego y para rescatar el conocimiento de los campesinos. Para lograr el objetivo planteado se usaron las siguientes técnicas cualitativas: la entrevista en profundidad, la observación directa y el transecto.

Para obtener información cualitativa se aplicaron 44 entrevistas en profundidad a campesinos regantes del canal San Félix (ejidatarios y pequeños propietarios), en los que se buscó representar a todos los actores del riego. En estos grupos campesinos cada informante juega un rol en la estructura social para manejar el agua, y resulta indispensable recoger el discurso en todos los niveles para que sea representativo.

La entrevista en profundidad permitió recoger información sobre las prácticas de “el vareo” y “el tuneado” a pozos noria, por lo que fue necesario elaborar un “guión” o “test”, que permitiera profundizar en el conocimiento de estas dos prácticas tradicionales. Para recoger la información se aplicaron 4 entrevistas a productores conocidos como vareros (personas que realizan la práctica de localización de agua subterránea) que han detectado agua subterránea en la zona de estudio. En este caso se recogió información sobre la práctica de la vara para detectar agua del subsuelo, desde la selección de la vara o alambre hasta la detección de una corriente de agua, así como la explicación del fenómeno de acuerdo a su sabiduría; además, se recogió información sobre la práctica de excavación y tuneado de norias o pozos artesianos. Estas prácticas nuevas —o al menos más intensivas en el momento— son respuestas al problema de escasez del agua superficial.

Las entrevistas se aplicaron en forma oral e individual apoyando el diálogo con un “aparato técnico” que consistió en fijar una serie de cuestiones en preguntas no estandarizadas aunque sí, ordenadas y formuladas (guía o test), con el propósito de profundizar en el tema. Esto permitió cierta libertad para adicionar otras preguntas durante el proceso de comunicación (García, 1998), y grabar la información. Una vez en gabinete, se procedió a la sistematización de la información siguiendo tres pasos: a) se escucharon detenidamente las entrevistas; b) se transcribieron sólo aquellos fragmentos de mayor interés para el objetivo del estudio, agrupando la información por temas en función a las variables; y c) se dio lectura a todas las secciones de un mismo tema para su análisis e interpretación (integración local) y su escritura final.

Para lograr la interacción con los productores usuarios y sus familias, los investigadores se introdujeron como observadores en las comunidades (observación directa), participando en las siguientes actividades: 1) en asambleas de la junta de aguas del canal San Félix y en asambleas ejidales; 2) acompañando a los productores regantes en recorridos por el canal general durante la limpia y entrega a las autoridades; 3) asistiendo al desazolve del vertedor de la presa los Molinos; 4) asistiendo a la apertura de compuertas y limpia del jagüey; 5) acompañando a los campesinos en el momento de regar su cultivo; 6) en la realización de alguna práctica de riego; 7) realizando recorridos de campo por la zona de riego y 8)

visitando a las familias en su casa y en su parcela. A través de la observación directa, se captó información nueva o complementaria a la recogida por otras técnicas, que permitió profundizar en el conocimiento sobre la conservación del agua y las estrategias de manejo.

Siguiendo las recomendaciones de Geilfus (1998) y Guzmán *et al.* (2000), se realizaron transectos por todo el sistema de riego. Los recorridos se hicieron con el acompañamiento de uno o varios productores regantes del canal San Félix, planteando antes del recorrido, el objetivo, los sitios a visitar y los resultados esperados. La información también fue grabada. En los recorridos se utilizó la libreta de campo, anotando la información expuesta por los participantes. Por tratarse de una técnica etnográfica, la información de los productores seleccionados por su conocimiento sobre el manejo del agua, fue recogida y registrada por ésta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El conocimiento campesino desde el modo de uso de los recursos naturales

El conocimiento de los campesinos sobre los sistemas agrícolas sólo se entiende desde la perspectiva coevolucionista entre los sistemas natural y social, que en forma integral han formado un sistema no estático. Esta coevolución se origina por la relación entre los seres humanos y la naturaleza (Guzmán *et al.*, 2000). Esta perspectiva coevolucionista otorga legitimidad al conocimiento cultural y experimental de los productores (Norgaard *et al.*, 1999). El desarrollo coevolutivo ha tenido lugar durante milenios, y sólo así se puede entender la transformación de los sistemas de explotación antiguos (roza, tumba y quema), hasta llegar a los modernos de energía intensiva. El conocimiento local se centra en el uso múltiple de la diversidad y evoluciona hacia nuevos conocimientos locales a través de una selección natural y humana (Shiva, 1995).

Los campesinos poseen un *corpus* de conocimientos para realizar una praxis, es decir, a toda praxis corresponde siempre un *corpus* de conocimiento. El *corpus* es la suma y el repertorio de símbolos, conceptos y percepciones de lo que se considera el sistema cognoscitivo campesino. Este conocimiento se transmite a través del lenguaje. El *corpus* es

la expresión de la sabiduría personal y/o comunitaria, síntesis histórica y cultural que existe en la mente de los campesinos. Este repertorio de conocimientos es la síntesis de tres vertientes: a) la experiencia acumulada y transmitida de generación en generación; b) la experiencia socializada por los miembros de una misma generación, y c) la experiencia personal aprendida durante la repetición del ciclo productivo (Toledo, 1991). Este conocimiento, es la información empírica acumulada a través de milenios de contacto de los indígenas y campesinos con la naturaleza (Hernández, 1971).

De aquí resulta un proceso histórico de acumulación y transmisión de conocimientos que se incrementa con la experiencia paulatina del propio productor y su cultura, que permite ir perfeccionando el conocimiento en cada generación, el cual se expresa en la praxis. La sabiduría campesina es un conjunto amalgamado de conocimientos objetivos y de creencias subjetivas que resultan útiles para manejar los ecosistemas. El *corpus* plantea tres dimensiones de análisis: las creencias (mitos), las percepciones y los sistemas de conocimiento, que constituyen operaciones intelectuales utilizadas por los campesinos para apropiarse de la naturaleza (Toledo, 1991).

Bajo esta percepción, la agricultura tradicional es el resultado de siglos de coevolución biológica y cultural, que ha logrado generar un conjunto de experiencias acumuladas de interacción entre el ambiente y los agricultores, a través del uso de los recursos y conocimientos locales, y la energía humana y animal para hacer un agroecosistema sustentable. Esto ocurre por la interacción del sistema ambiental con el conjunto de subsistemas del sistema social, generando nuevos conocimientos. Aunque estos razonamientos convencionalmente no se consideran científicos, para los campesinos es un soporte para entender sus sistemas. La lógica de manejo tradicional del campesino, combinado con los conocimientos de la ciencia agrícola moderna científica es culturalmente compatible (Altieri, 1991; Altieri, 1995a; Altieri, 1995b).

La información es adquirida por los campesinos del medio ambiente mediante sistemas particulares de cognición y percepción, seleccionando la información mas útil y aplicable, y son probadas y adaptadas para hacer una nueva selección de las más exitosas, que son

preservadas y transmitidas de generación en generación por medios orales y experienciales (Altieri, 1991). La generación del conocimiento se realiza por el “interaccionismo simbólico”, donde los humanos lo que dicen y hacen es el resultado de la forma en que interpretan su mundo social. Los humanos comunican lo que aprenden por medio de símbolos, siendo el más común el lenguaje, a través de sonidos y gestos arbitrarios y físicos a los que les han atribuido un significado, y que son transmitidos por la interacción social (acción con sentido simbólico) de la negociación de definiciones y de la asunción empática de los roles (Bergh, 1989, citado por Ruiz, 1996). Todo esto sucede con la interacción con el medio natural y de esta forma los campesinos captan, interpretan y atribuyen símbolos a los fenómenos de su realidad inmediata.

Este conocimiento campesino e indígena a su vez, representa formas de vida. El conocimiento campesino o saber campesino es crucial para manejar un espacio de maniobra que ellos han conquistado, y se convierte en su medio de defensa (Van Der Ploeg, 1998). A través de su relación con el medio ambiente han elaborado calendarios agrícolas a partir de las fases lunares; clasificaciones de suelo a partir de su color, olor, sabor y textura; clasificación de plantas y animales dándoles un estatus taxonómico a partir de su folklor; conocimiento etnobotánico que les ha permitido manejar el espacio de manera organizada, empleando prácticas de acuerdo a cada cultivo, generando estrategias de uso múltiple y diversidad genética nativa haciendo una conservación “in situ”.

Actualmente se reconoce que los campesinos manejan conocimientos sobre taxonomías biológicas locales (clasificación local de plantas y animales), sobre el medio ambiente (el clima), sobre prácticas de producción (manejo del suelo, agua, plagas y enfermedades), y sobre su proceso experimental (aprendizaje a través de la observación) (Sevilla, 1995). Este conocimiento tiene múltiples dimensiones, desde lingüísticos, botánicos, zoológicos, artesanales y agrícolas (Altieri, 1991).

El campesino aplica así una estrategia compleja donde combina componentes biológicos, ecológicos y geográficos (suelo, topografía, clima y agua) y sus procesos (fenómenos de sucesión ecológica, ciclos de vida, movimientos de agua y materiales) (Toledo, 1991).

Todo este conocimiento forma parte de la riqueza cultural de los campesinos. Así la gente más anciana está bien informada de los métodos tradicionales para el manejo de los recursos naturales del agroecosistema (Ball *et al.*, 1995).

Respecto a sistemas agrícolas de pequeño riego, el campesino ha generado un conocimiento extraordinario para manejar el agua, la infraestructura y el sistema de cultivos en una estrategia de pluricultivo. “En los pueblos campesinos existe experiencia ancestral, tradicional y nativa en el manejo del agua y aún siguen generando procesos de adaptación y crecimiento” (Martínez, 2000). Para la administración de sistemas de riego y del agua, los campesinos han logrado formar organizaciones autogestivas con “conocimiento previo de manejo (como manejo empírico o quizá como memoria histórica) que juega un papel muy importante en la capacidad de un manejo social y técnico eficaz y sustentable” (Palerm, 2000).

Las comunidades locales han generado múltiples mecanismos de resistencia para sobrevivir a los procesos sociales y naturales, gracias al potencial endógeno de sus formas de acción social colectiva (Guzmán *et al.*, 2000). En el caso estudiado, las organizaciones sociales, a través de un proceso autogestivo, han logrado generar mecanismos de resistencia ante situaciones críticas que les ha permitido mantener el sistema en un estado dinámico.

Estrategias de localización y extracción de agua

La crisis del agua, ha puesto de relieve la importancia de la experiencia ancestral nativa del manejo del agua por las comunidades campesinas, que han logrado sobrevivir por milenios y aún siguen generando procesos de adaptación y crecimiento. El riego tradicional ha sido y es, una respuesta cultural de muchas sociedades campesinas para aprovechar su entorno material y sobrevivir (Martínez, 2000).

Ante el problema de escasez de agua en el río Nexapa, principal fuente de agua superficial, los campesinos que riegan con el canal San Félix han seleccionado como la mejor alternativa de acuerdo a sus condiciones, buscar y extraer el agua del subsuelo. Esta

alternativa los ha llevado a desarrollar una serie de prácticas que les ha permitido localizar agua y extraerla, utilizando sus conocimientos e instrumental tecnológico. A continuación describimos cada una de las prácticas.

Localización de agua a través de la técnica del vareo

La técnica del vareo es una de las actividades que se han realizando desde hace tiempo en la región, y se ha intensificado en los últimos años, a causa de la búsqueda intensiva del agua del subsuelo. La técnica del vareo sólo funciona para detectar mantos y corrientes de agua subterránea en circulación (opinión de los vareros). Esta práctica la realizan muy pocas personas que se les llama “vareros” (zahoríes: personas que detectan manantiales, corrientes subterráneas de agua o incluso sustancias minerales); utilizan una vara de árbol de pirul (*Schinus molle* L.), sauce (*Salix humboldtiana* Willd), nogal (*Juglans regia* L.), huejote o de palo dulce (cuatillo) (*Eysenhardtia polystachya* Sarg.) en estado verde, y de forma lineal, de una longitud de 0.50 metros y un diámetro de un centímetro, para hacer contacto con el agua del subsuelo. La vara también puede tener forma de horqueta (en forma de “Y”) entre 0.50 y 0.75 metros de longitud. Algunos “vareros” utilizan trozos de varillas de alambre o alambrón de cobre o acero de 0.90 metros de longitud.

La práctica consiste en hacer una caminata por el terreno de la parcela que requiere agua. Previo a la caminata, el “varero” observa la pendiente del terreno, el tipo de árboles, la forma en que caen sus ramas y la existencia de piedras. También toman en consideración el tamaño del terreno, y el sitio donde al propietario del terreno le gustaría tener un pozo o noria. Estos datos indican al “varero”, la posibilidad de que haya agua y la orientación de las corrientes. Aunque algunos toman en consideración sólo algunos indicadores, lo importante en principio, es detectar la orientación de las corrientes. Luego se procede a la caminata, llevando la vara o los trozos de alambre o varilla tomados de los extremos; el indicador de que en un sitio del terreno haya agua es, en el caso de la vara, el encurvamiento de ésta, que puede llegar a tomar la forma de “U” o inclusive, puede romperse. También se produce un tirón en el cuerpo y fuertes vibraciones en los brazos del “varero”. Las varas en forma de “Y”, se inclinan por el extremo, dando el tirón a la persona, hacia el suelo.

Para el caso de las varillas de alambre o alambrón, se producen los siguientes efectos: cruzamiento de los trozos de alambre quedando en forma de “X” (usando dos trozos de alambre o alambrón) como si tuvieran imán; inclinación hacia el suelo, además de vibraciones en los brazos de la persona, y si se usa un alambre en forma de “U”, las puntas se cruzan. En el punto del terreno donde se curva la vara o se cruzan los trozos de alambre o alambrón, se pone una marca (estaca de madera). Así se procede tanto para las norias como para los pozos profundos, se localizan de 2 a 3 sitios o puntos en la parcela, con el propósito de seleccionar el mejor, de acuerdo a las recomendaciones del “varero” y las condiciones del terreno.

Cada “varero” tiene su propio método y su propia experiencia (difieren en algunos aspectos). Algunos señalan que es posible detectar el ancho de la corriente, porque ésta no les permite el paso; ante esta situación, tienen que poner una marca a cada lado de la corriente, para luego ubicar el centro de la misma. El ancho de la corriente se detecta caminando en sentido contrario al primer sitio detectado. Otros vareros manifiestan que el ancho de la corriente se conoce identificando el punto donde comienzan a inclinarse los alambres y donde dejan de inclinarse. También manifiestan que se puede calcular la cantidad de agua en función al ancho de la corriente; una corriente de al menos 30 metros de anchura, tiene de 3 a 8 pulgadas de agua. Para otros, la fuerza con que se incline la vara o se crucen los alambres es la cantidad de agua de la corriente. La orientación de la corriente se detecta localizando tres sitios del varero que indica hacia donde corre el agua.

Conocer el ancho de la corriente es importante, porque a partir de este dato es la recomendación que el “varero” hace al solicitante. Para un pozo profundo, la corriente debe tener mínimo 20 pasos (un paso equivale a 0.80m) de anchura (las mejores corrientes son las que tienen entre 20 y 25 pasos). En una corriente de 40 pasos, el punto recomendado para perforar, es a los 25 pasos al centro. La conversión de algunos “vareros” es que, en una corriente de 50 pasos, el agua se encuentra a una profundidad entre 70 y 80 metros, el doble de metros del ancho de la corriente. Para zonas con alturas mayores a las del valle se calcula en una proporción de un metro de ancho de la corriente por dos de profundidad.

Para hacer un trabajo efectivo, señalan los “vareros”, es necesario que haya luz natural (que sea un día soleado, o al menos que no esté completamente nublado), porque se hace un contacto entre la energía del cuerpo, la energía solar, la vara y el agua en movimiento. Esta cualidad que poseen estas personas la consideran como un “Don de su propia naturaleza que Dios les dio”, que están ejecutando para el bien de sus compañeros campesinos. Ellos descubrieron que tenían ese “Don”, al escuchar que algunas personas tenían la cualidad de detectar agua, se probaron y descubrieron su potencial y lo empezaron a poner en práctica. Algunas personas al ver cómo se realiza la localización de agua, empiezan a realizar esta práctica sin tener ese “Don”, engañando a la gente, y generando un ambiente de desconfianza en los “vareros” con experiencia. Los dos “vareros” de mayor experiencia se han apoyado en libros sobre radiestesia o rabiomancia, considerada como un método antiguo adivinatorio de aguas escondidas, metales, minerales, etc., a través de una varilla o péndulo (Amorós, 2000). Se han interesado tanto en el tema, que ambos tienen su libro. La concentración en el trabajo es muy importante, y algunos le piden a Dios, que si ya les dio ese “Don”, los siga apoyando para acertar en el sitio donde hay agua. También es importante no exceder en el número de sitios localizados (4 por día), ya que el contacto con el agua, produce una descarga de energía del cuerpo y produce agotamiento.

El trabajo de los “vareros” es local, regional e inclusive han acudido a solicitudes de otros estados. Su labor es intensa y han detectado cientos de corrientes de agua, que se extraen a través de pozos profundos y norias o pozos artesianos. Su efectividad se ha puesto a prueba por los ingenieros especialistas que utilizan sus equipos y éstos comienzan a creer en la efectividad del vareo. Argumentan los “vareros” que los equipos de los ingenieros detectan el agua, el problema es que no identifican el centro de la corriente como lo hacen ellos. Algunos vareros tienen más de 25 años de experiencia, mientras otros apenas están comenzando. Su trabajo es recomendado por la misma gente, que conoce y ha visto la efectividad del vareo. Aseguran los “vareros”, que la técnica no falla, pero cuando un pozo sale negativo (sin agua), se debe al uso de maquinaria de golpe, que cambia la dirección de las corrientes de agua. La maquinaria de golpe no funciona si se encuentran capas duras del suelo (arcillosas).

En las partes altas (cercanas al volcán Popocatepetl) existen grietas (del mismo volcán) debajo de los 70 u 80 metros de profundidad. Al estar perforando, el agua fluye por estas grietas y no se encuentra, aunque con el vareo se haya detectado. Para evitar esto, se vierten hasta 50 toneladas de bentonita para tapar las grietas. La bentonita se deposita dentro del tubo, para que sea arrastrada por las corrientes de agua, y en algún sitio de la grieta se forme un tapón que evite la fuga de agua.

El costo del trabajo para la noria varía entre \$ 500.00 y \$ 700.00¹; para el pozo profundo (con tres puntos localizados) varía entre \$1,500.00 y \$3,000.00. Para determinar el precio se toma en consideración la distancia entre el sitio donde se localizará agua y la comunidad donde radica el “varero”, el tamaño del terreno, la superficie que se quiere regar, el uso que se le dará al pozo o noria y hasta la situación económica del solicitante. También señalan los “vareros” que cuando se trata de vecinos (conocidos) sólo cobran \$ 200.00 o \$ 300.00.

Excavación de pozos artesianos o norias familiares y comunales

Una vez que los campesinos han localizado el agua del subsuelo, ya sea, utilizando un “varero”, o por la simple intuición de que por algún punto de su parcela cruza una corriente o manto subterráneo, proceden a la excavación del pozo o noria. Éstas varían en profundidad, diámetro y forma. La profundidad promedio es 20 metros, variando entre los 7.0 y los 40.0 metros; si la noria es redonda, el diámetro fluctúa entre 0.80 y 2.0 metros (el diámetro más común es de 0.90 metros, que permite bajar sin dificultad al excavador), si es cuadrada pueden ser de 1.0 x 1.0 metros (largo y ancho respectivamente); 1.5 x 1.0 metros; 2.0 x 1.0 metros; 2.0 x 1.5 metros y de 2.0 x 2.0 metros. El diámetro promedio es de 1.4 metros, con variaciones entre 0.8 y 4.0 metros.

No siempre se trata de nuevas norias o pozos, a veces las ya existentes requieren de profundizar la excavación 1.0 o 2.0 metros. Pero sea noria o pozo nuevo, el trabajo se

¹ La paridad cambiaria en la época de estudio fue de \$10.00 igual a 1 dólar.

realiza en época de secas (enero-junio). La excavación se hace en forma manual, utilizando la energía humana. Sin embargo, existen riesgos para el excavador (pocero) ya que puede encontrar galerías que emanan azufre (tóxico para el humano); encontrar grandes corrientes de agua que pueden arrastrar al excavador, el derrumbe de alguna piedra que quede expuesta en la pared de la noria, e inclusive, pegarle a una piedra con materiales explosivos, como ha ocurrido.

Estas norias utilizan bombas de gasolina (poco frecuente), aunque lo más común es electrificar para utilizar bombas eléctricas de diferente capacidad. La mayoría de la norias utilizan energía eléctrica, para accionar bombas con salidas del diámetro del tubo entre 1 y 4 pulgadas (en promedio 1.8 pulgadas); es decir, la cantidad de agua que se extrae es relativamente poca. Además, la bomba se deja trabajar por períodos cortos (entre 1 y 12 horas diarias), dejando que se almacene otra cantidad para extraerla, debido a que el agua de la noria se termina.

La propiedad de una noria pueden ser familiar (individual) o de grupo (comunal); la mayoría de las norias son individuales, pero ambas requieren de un costo elevado en excavación, electrificación y equipamiento, además del registro ante la Comisión Nacional del Agua (CNA). En el caso de las norias familiares, el propietario, tanto de la noria como del agua, es el ejidatario o pequeño propietario, por lo que todos los trámites para la obtención del permiso de excavación, electrificación y registro, así como los costos del trabajo de localización de agua (si se requiere), la excavación, arreglos que requiera el pozo, y el consumo de energía eléctrica, los cubre una sola persona. En tanto, las norias comunales son propiedad del grupo de personas que se han unido con ese fin. En este caso, el grupo forma una asociación de la noria, como persona moral (figura jurídica), que les permite hacer los trámites correspondientes ante las instituciones. Así mismo, los costes que demanda el trabajo de la noria se distribuye entre los asociados.

Para la distribución del agua en la noria individual, el propietario decide cómo y cuándo usarla, si comparte o vende el agua a sus vecinos, o si hace modificaciones al pozo; las decisiones de manejo las toma una sola persona. En el caso de la noria comunal, el grupo

establece un reglamento interno en el que se consideran los aspectos de la organización social, administración, uso y manejo de la infraestructura y distribución y manejo del agua. Por lo general, las asociaciones que se han formado en la zona de estudio, están integradas por miembros de una familia (hermanos, cuñados, suegros, sobrinos, etc.), o por vecinos de parcelas, que les permite formar una zona de riego compacta.

De los 48 productores entrevistados, el 70.8% (34) utilizan agua de noria para actividades agrícolas. De los 34, el 85.3% (29) son propietarios de una noria, y el resto (14.7%) trabajan en sociedad. Cabe destacar que el crecimiento en el número de norias está causando diversos problemas. Actualmente existen disputas entre comunidades, o entre éstas y los ranchos (pequeños propietarios). Los conflictos se presentan por diversas causas: por ejemplo, cuando una noria resulta con un volumen alto de agua, se presentan problemas con los vecinos, quienes argumentan que en la noria existente de su propiedad bajó el nivel del agua, y que por tener mayor antigüedad, tienen derecho a seguir funcionando, mientras la nueva excavación debe taparse. Existen varios casos de norias que resultaron con abundante agua, y que fueron cerradas por la Comisión Nacional del Agua.

Por otro lado, los altos costos de excavación y equipamiento ha limitado la oportunidad que proporciona la CNA, al otorgar permiso para una nueva excavación de noria, cuando la primera excavación salió negativa (sin agua), o en el caso de secamiento. El costo de excavación de una noria es de \$ 8,000.00 por un contrato de un pozo de 20 metros de profundidad y 0.90 metros de diámetro. A partir de esta profundidad, si no se encuentra agua, se hace un nuevo contrato. La otra forma es por metro; para una noria del mismo diámetro, se cobra entre \$ 400.00 y \$ 1,000.00 por metro, hasta los 15 metros de profundidad; después de los 15 metros se cobra \$ 1,500.00 por metro, y llegando al agua, se cobra \$ 2,000.00. En otros casos y cuando se trata de norias cuadradas o rectangulares, se cobra \$ 1,200.00 metro cúbico, hasta encontrar agua.

El trabajo en sociedades acarrea más conflictos; por ejemplo, quien dona o cede el espacio para la noria después no permite el paso a los socios que requieren ir a la noria. Otro caso es el desacuerdo en el tandeo del socio alejado de la noria, ya que en el trayecto se pierde

mucha agua. Estos problemas han obligado a que los productores decidan trabajar sus pozos-noria en forma individual. Sin embargo, los campesinos siguen luchando por tener en su terreno una noria, que le permita complementar su riego con el agua del canal. De esta forma solucionan parte del problema de escasez de agua, que enfrentan de enero a mayo, al escasear el agua del río.

Pero la excavación de pozos artesianos o norias sin control acarreará abatimiento de los mantos acuíferos, como ya está sucediendo. Cada familia tiene en su casa un pozo noria de uso doméstico (única fuente para la familia), y han experimentado el abatimiento de los mantos, viéndose obligados a excavar cada año, entre 1.0 y 2.0 metros más, de profundidad. El fenómeno de abatimiento es lógico de esperarse, “obtener más agua perforando pozos es como introducir más popotes al mismo vaso; tendremos más agua en el corto plazo, pero se acabará más rápidamente, por lo que el problema, en lugar de resolverse, se agravará en el futuro” (Hernández *et al.*, 2001). Esta práctica es necesaria, pero es importante complementarla con prácticas que permitan recargar los acuíferos.

Para dar una idea de la magnitud del problema, en un período de 25 años, los niveles del agua subterránea se han reducido drásticamente. En este espacio hidráulico se reportó para 1978, que el agua se encontraba entre 1 y los 10 metros de profundidad en cualquier lugar que excavaran (Poop, 1978); y en la actualidad, todas las norias o pozos artesianos para uso doméstico o agrícola tienen no menos de 15 metros de profundidad, lo que indica una presión sobre los recursos hídricos subterráneos y la baja capacidad de recarga natural.

El problema de abatimiento de los mantos de agua subterránea es generalizado en toda la región. Estudios técnicos realizados por la CNA sobre la disponibilidad media anual de agua por acuífero², en el que se estudiaron las características, el comportamiento, la recarga, la descarga natural, las extracciones, el cambio de almacenamiento de los acuíferos, así como los volúmenes de agua subterránea inscritos en el Registro Público de

² La Comisión Nacional del Agua realizó estudios técnicos para conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización, aplicando la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (SEMARNAP-Diario oficial, 2003).

Derechos de Aguas, revelan que, el acuífero 2103 Atlixco-Izúcar de Matamoros (región de estudio), presenta una recarga de 244.30 hectómetros cúbicos anuales (hm^3 anuales); una descarga natural comprometida de 83.880 hm^3 anuales; un volumen concesionado de agua de 152.06 hm^3 anuales; un volumen de extracción consignados en estudios técnicos de 129.1 hm^3 anuales; una disponibilidad media anual de agua subterránea de 8.351 hm^3 y un déficit de 0.0 hm^3 anuales (SEMARNAT-Diario Oficial, 2003).

Los datos anteriores revelan la baja disponibilidad de agua subterránea. Sin embargo, las condiciones naturales actuales sobre recarga y descarga, así como el volumen concesionado, no permiten nuevas concesiones y extracciones, de acuerdo al artículo quinto publicado en el Diario Oficial del 31 de enero de 2003 (SEMARNAT-Diario Oficial, 2003). Esto explica el estado de “veda³” en el que entró el acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros desde el 15 de noviembre de 1967⁴. El Estado prohibió estrictamente las perforaciones y excavaciones de pozos y norias para uso agrícola, otorgando concesiones sólo para el uso doméstico y para algunos casos de uso agrícola, situación que complica la disponibilidad de agua subterránea.

Tuneleado de pozos artesianos o norias

El tuneleado de las norias es una de las prácticas que se viene realizando desde 1975, pero recientemente se ha incrementado en la región. Consiste en excavar galerías en forma horizontal en el fondo del pozo noria. Las dimensiones de longitud de cada galería varía entre 3.0 y 30.0 metros; la altura entre 1.7 y 2.0 metros, con una anchura de 1.0 a 1.5 metros, que permite trabajar hasta 3 hombres dentro. Con el propósito de dar mayor resistencia al túnel, en la parte alta se le hace un corte triangulado, evitando hacer un cubo. Cada noria tiene entre 1 y 4 galerías de longitud y dirección variable.

³ “Las zonas de veda son áreas en las que la extracción del agua subterránea y la perforación de pozos con dicho fin, se encuentran bajo control, que incluye la restricción e incluso prohibición de dichas actividades” (INEGI, 2000). A nivel nacional, en más del 50% de los acuíferos existe veda para la perforación de pozos profundos, debido al rápido deterioro en la cantidad y calidad del agua. Sin embargo, después de la veda, en muchas regiones se sigue perforando sin permiso del Estado (Vargas, 1996).

⁴ Para algunas zonas del estado de Puebla, las zonas de explotación se encuentran vedadas desde el año de 1950; con la excesiva extracción en la porción central del estado, las áreas fueron ampliadas por el decreto del 15 de noviembre de

El tuneado de norias tiene dos objetivos: buscar corrientes de agua (veneros) que pasan cerca de la excavación principal; al excavar horizontalmente, existe una alta probabilidad de cruzarse con una o más corrientes de agua, que difícilmente se encontrarán con la excavación vertical. Es decir, se busca formar una red de galerías subterráneas para encontrar el agua. El otro objetivo es almacenar agua en el fondo de la noria. Para lograr este objetivo se tiene que dar cierta pendiente al túnel; la parte más baja debe quedar en la boca de la noria y la parte alta en el extremo opuesto, con el fin que el agua se almacene en el sitio donde se ubica la bomba de extracción. La experiencia de los campesinos les ha permitido aprender que, cuando el agua se encuentra (brota) en la parte de abajo de la noria, el nivel del agua del pozo no sube, y no se acaba, pero cuando las corrientes de agua escurren (brota de arriba), el nivel del agua sube, y pronto se termina al extraerla con bomba. Con esta práctica los campesinos resuelven varios problemas. Por una parte, evitan estar excavando norias en sitios diferentes de su parcela, evitando gestionar permisos de excavación, costos de vareros y perforadores. Por otro lado, evitan construir depósitos de almacenamiento en su parcela, que implica destinar un espacio de terreno, costos de materiales y mano de obra. La galería, al cumplir la función de depósito para almacenar agua, permite que la bomba permanezca funcionando mayor tiempo (evitando su encendido y apagado frecuentemente).

Sin embargo, no todas las norias están tuneadas. Algunos campesinos están en desacuerdo con esta práctica, y hasta el momento no han hecho túneles a su noria por razones lógicas de acuerdo a sus argumentos. Perciben que la construcción de galerías subterráneas, aunque sí permite encontrar más corrientes de agua, no se aprovecha, debido a que la galería no permite almacenar agua, ya que se lixivia y se pierde. Otros argumentan que es una práctica peligrosa en todas las fases de su manejo; desde que se está excavando se corre el riesgo de asentamientos de las capas superiores, o posteriores derrumbes de tierra. Construir una galería, requiere del trabajo de dos hombres o más, pero seguro dos en la parte de abajo, que tienen que excavar la tierra, llenar la carretilla, encaminarla al sitio de la noria, instalar

1967, el cual declara “zona de veda para el alumbramiento de aguas en el subsuelo, en la zona meridional del estado de Puebla”, donde está incluido el valle de Atlixco-Izúcar de Matamoros (INEGI, 2000).

la luz eléctrica (en algunos casos utilizan lámpara de cazador), y abajo, no se pone ninguna estructura que soporte las capas superiores de tierra.

Otro aspecto que señalan los campesinos (el cual desconocen), es la situación legal ante la Comisión Nacional del Agua (CNA). Esta institución autoriza un permiso de excavación y extracción de agua de un sitio, que superficialmente se está respetando, pero no subterráneamente. Por los antecedentes que existen en la región, la CNA ha cerrado varias norias de uso agrícola que se explotaban sin permiso, o por haber excavado en sitios diferentes a los autorizados que supuestamente afectaban a norias cercanas.

Estrategias de manejo y conservación del agua

La reflexión que han hecho los campesinos ante la escasez de agua los ha llevado a buscar nuevas prácticas de manejo y conservación, de manera que, una vez que han logrado apropiarse de una cierta cantidad, buscan hacer un uso más eficiente de ella, a través de un conjunto de prácticas, como las que se analizan a continuación:

Los depósitos o tanques y pequeños jagüeyes

Los tanques son una alternativa para depositar (acopiar) agua subterránea. Son construcciones de materiales de concreto (cemento, ladrillo, piedra, varillas de acero, etc.) de dimensiones variables: 12.0 x 10.0 x 1.0 (largo, ancho y altura, respectivamente), 8.0 x 6.0 x 1.0; 6.0 x 5.0 x 4.0, etc., que permiten depositar volúmenes de agua, según la disponibilidad de cada fuente. Su construcción se realiza a un lado de la noria. Depositar agua en los tanques es una práctica que realizan los campesinos para disponer de agua suficiente el día que le toca regar su cultivo. Esto evita estar regando la parcela por partes si extrae el agua de la noria en el momento del riego. Ver la cantidad de agua disponible proporciona seguridad al productor para saber la superficie que puede regar. El depósito se llena directamente con agua de la noria, y el agua es conducida a la parcela por pequeños canales o con mangueras. En muchas ocasiones, el agua del depósito se junta con el agua superficial al momento del riego, permitiendo hacer un riego más rápido. La diferencia está,

en que, el agua de la noria es limpia, mientras el agua superficial acarrea ciertos contaminantes.

Otra forma de conservar el agua para tenerla disponible en el momento del riego es utilizando depósitos o pequeños jagüeyes de uso individual. Estos depósitos de arcilla y piedra se construyen en la parte alta de la parcela, con el fin de captar el agua superficial. Los campesinos que disponen de este depósito tienen la ventaja de depositar el agua correspondiente a su tandeo, y utilizarla cuando el cultivo demanda el riego; es decir, almacenando el agua en el jagüey, proporciona un periodo mayor de tiempo para regar. No disponer de depósito, implica realizar el riego en el momento que le corresponde el tandeo (día y hora establecido en el reglamento), que puede ser de día o de noche. Los pequeños jagüeyes de uso individual son de dimensiones pequeñas, que pueden variar entre 10.0 y 20.0 metros de diámetro, y una profundidad entre 1.0 y 2.0 metros. Su desazolve y cuidado corresponde al propietario, por ser particular y estar dentro de la parcela.

Los depósitos o estanques para lavaderos

Los lavaderos o estanques son depósitos de agua que sirven para acopiar un volumen de agua subterránea, con el fin de que el agua, antes de que llegue a la zona de riego, cumpla la función de lavado de hortalizas y rociado de plantas aromáticas y flores. El agua es de buena calidad y siempre está en circulación. Se extrae por bombeo del pozo-noria, se deposita en el estanque (depósito) donde se lavan las hortalizas, y se conduce a los canales parcelarios, para el riego de cultivos. Estos depósitos son recientes en la región, y tienen su origen a raíz de la contaminación de las aguas superficiales que atraviesan la ciudad de Atlixco. Anteriormente, los productores hacían pequeñas presas en las acequias, para retener el agua y lavar o mojar sus hortalizas, plantas aromáticas y flores. Con el problema de la contaminación de esta agua se prohibió su uso para lavar productos perecederos, que van directos a los mercados de Atlixco, Puebla y México.

El lavado de hortalizas y el rociado de las plantas aromáticas y flores es una práctica que se hace a los productos antes de llegar al mercado. El lavado tiene dos objetivos: eliminar la

tierra acumulada en la raíz y tallo de la planta, e hidratar las plantas, para alargar su período en fresco hasta llegar al consumidor; ésta práctica se hace a los productos que se arrancan del suelo con raíz, como el rabanito, la cebolla y el cilantro. El rociado de aromáticas y flores tiene el objeto de mojar completamente los productos para prolongar el período de hidratación de las plantas, y se hace al epazote, hierbabuena, tomillo, orégano, perejil y a la mayoría de flores.

Con el objeto de continuar con esta práctica (indispensable en los productos perecederos), se construyeron 2 lavaderos, donde acuden productores y comerciantes de toda la región. Los lavaderos están localizados en San Agustín Ixtahuistla y en San Félix Hidalgo, en el municipio de Atlixco. El lavadero de San Agustín Ixtahuistla, fue construido por el ejido (uso común) en 1990, y tomaron como modelo los lavaderos de San Luis Tehuilotla, Cholula. En primer lugar se hizo un estanque, y por la demanda que tuvieron, se construyeron 2 más. Las construcciones son de concreto (cemento, ladrillo, piedra, varillas de acero, etc.) con dimensiones de 5.0 x 5.0 x 1.0 (largo, ancho y altura, respectivamente) cada uno. Los estanques (junto con el pozo-noria de 25 metros de profundidad) trabajan toda la semana y se limpian diariamente⁵.

El lavadero de San Félix Hidalgo es propiedad de un solo ejidatario (junto con la noria). Este lavadero se construyó a partir de la experiencia del funcionamiento del estanque de San Agustín Ixtahuistla. Está formado por un solo estanque de 6.0 x 4.0 x 1.0 metros. Su funcionamiento difiere del anterior; el agua se mantiene mayor tiempo estancada (menor circulación), y después de usarla para el lavado de hortalizas, se conduce a la parcela del ejidatario.

⁵ Los estanques han generado una dinámica diferente al interior de la sociedad de riego. Con el fin de que todos los ejidatarios cooperen para la infraestructura de riego, luz eléctrica, y manejo del agua, existe un rol de manejo de los estanques. Cada ejidatario se hace responsable un día por mes. Les corresponde limpiar y vigilar la operación del pozo y del estanque. A cambio, reciben todos los ingresos que se recavan al día, por el permiso de lavado de hortalizas y mojado de plantas aromáticas y flores, que son entre \$300.00 y \$400.00 por día (El costo es el siguiente: camión de 12 toneladas (Tm) \$50.00; camioneta de 5 Tm \$40.00; camioneta de 3 Tm \$30.00 y camioneta de ¾ de tonelada \$20.00. Diariamente entran 15 viajes). Los estanques trabajan toda la semana de 11:00 a 18:00 horas y cuando es época de rabanito, hasta las 20:00 horas.

Manejo de achololes

El manejo de los achololes⁶ es una práctica que se viene modificando, de acuerdo a la época del año, a la pendiente del terreno y a la disponibilidad de agua de riego. Entre los meses de julio a octubre, la cantidad de agua que lleva el canal San Félix es mayor, debido a la precipitación. A consecuencia de las lluvias el riego se hace poco importante, por lo que los campesinos dejan que se formen achololes; sin embargo, a partir de noviembre (que deja de llover), el agua del canal se hace indispensable para los cultivos, aprovechándose hasta el mínimo volumen. La mejor decisión es no permitir que se formen achololes.

Sin embargo, si el período de lluvias se manifiesta seco, es necesario controlar los achololes, y más en terrenos con cierta pendiente. En este caso, los achololes se manejan de distintas formas: algunos productores conducen el agua que se achololea a los surcos inmediatos de su parcela; otros dejan caer el agua a la acequia lateral para conducirla a las parcelas de su propiedad, localizadas más abajo; o en algunos casos, conducen el agua a pequeños pozos donde es almacenada, y con una bomba, la suben nuevamente para utilizarla en parcelas de arriba.

El manejo de achololes requiere de un trabajo antes y durante el riego. El 100% de los regantes aseguran realizar prácticas para nivelar el terreno y hacer un mejor riego. Así mismo, el 81.3% (39) manifestaron, que además de nivelar el terreno, surcan buscando el nivel de la pendiente del suelo, con el fin de que el agua fluya lentamente sin estancarse, y sin tomar fuerza que produzca arrastre de suelo. En época de lluvia cuando el agua de riego es abundante, los achololes se dejan caer a la acequia lateral y el agua llega a la siguiente parcela, utilizándola el vecino, o se deja caer a la acequia principal para que el agua sea utilizada por regantes de la parte baja. En algunas comunidades, el uso de los achololes por los vecinos, se hace con el permiso del regante en turno. Sin embargo, ante la escasez de agua, la mayoría de los usuarios evitan que se formen achololes.

⁶ Los productores llaman “acholol, o achololes” a los volúmenes de agua que salen del surco al momento del riego. Este volumen de agua no representa un desperdicio por mal manejo, sino que se vuelve a utilizar.

El uso de sistemas de riego modernos

La pérdida de agua por lixiviación (filtración) es uno de los principales problemas de eficiencia en la conducción. Para disminuir este problema los campesinos están comenzando a utilizar diferentes técnicas modernas, como el uso de sistemas de riego por aspersión (microaspersores) y sistemas de goteo (mangueras) para frutales, como el durazno y el guayabo, que se han introducido recientemente en la zona de estudio. Lógicamente, este tipo de tecnología condiciona a otras técnicas para poder manejarse, como son, la construcción de depósitos de agua (subterránea), la utilización de filtros y un buen sistema de bombeo. Por el costo que implica este tipo de tecnología, los productores con mayores recursos económicos son los que están introduciendo éstas nuevas técnicas, las cuales están asociadas a cultivos con alta rentabilidad. En ninguno de los cultivos anuales se pudo localizar algún sistema de riego moderno.

Un nivel de tecnología menos moderna, pero diferente a la forma de conducción tradicional, son las mangueras de plástico de 2 y 3 pulgadas de diámetro, conectadas a un depósito, o directamente a la noria cuando se trata de agua subterránea, y conectadas al canal secundario cuando se trata de agua superficial. Ésta es una técnica que está más al alcance de la mayoría de los regantes, con costos más bajos que el uso de otro tipo de sistemas. Su manejo es simple, ya que sólo requiere de poner un extremo de la manguera en un depósito con agua, y el otro en la acequia lateral, frente a los surcos. Además se está usando en diversos cultivos anuales.

Prácticas en el sistema de cultivo

La escasez de agua también ha propiciado un cambio en el arreglo topológico de los cultivos. Encontramos que los campesinos están poniendo a prueba diferentes prácticas para ahorrar agua, como *el cultivo en mancuerna*, que se usa en el cultivo de flor chica (principalmente polar y paloma), durante los meses de mayor escasez de agua (abril y mayo). Esta práctica consiste en plantar en ambos taludes (caras) del surco en forma encontrada, con el objeto de regar un surco y otro no, o en forma alternada. Otra práctica es

el cultivo en melguitas que se usa también en los meses de mayor escasez de agua. Se está utilizando en el cultivo de polar, y consiste en plantar en el talud de un surco, ambos taludes del siguiente surco y el talud del surco siguiente, con el objeto de regar dos surcos y uno queda sin regar. Con este arreglo, se plantan 4 hileras de plantas en 3 surcos, y el riego se hace en forma de melguitas (expresión de los productores). Una de las prácticas de uso común en frutales y en alfalfa es la formación de *melgas o camas*. En el caso de los frutales, las melgas se hacen en el camellón, donde están plantados los árboles, permitiendo hacer el riego sólo sobre las hileras de las plantas y evitando regar las áreas donde no hay plantas. Para la alfalfa las melgas permiten hacer un riego en el área cubierta por la planta.

Con objeto de aprovechar al máximo el agua para regar pequeñas superficies, los campesinos están empezando a introducir micro-invernaderos del tipo túnel, sobre todo para la producción de flor (polar, paloma, crisantemo, etc.), cubriendo una superficie entre 200 y 300 metros cuadrados. Con el propósito de hacer un riego controlado y dirigido, las plantaciones se hacen en *camas o melgas*, permitiendo una buena conducción del agua. Esta práctica de riego se maneja de dos formas: dejando las camas parejas (sin surcar) para inundar toda la cama o melga, y surcando sobre la cama (pequeños surquitos), que permiten un riego más rápido. Sin embargo, la producción bajo micro-invernadero resulta más costoso, por la inversión en la infraestructura, por esto sólo se utiliza para la producción de flor con mayor demanda en el mercado. Al menos durante la fase de campo, no encontramos evidencia de la producción de hortalizas u otros cultivos bajo este sistema.

Otra práctica que se está poniendo a prueba es el micro-túnel, utilizado para la producción de plántulas en almacigo. La forma de manejo también permite hacer un mejor uso del agua (de acuerdo a la opinión de los productores). El riego se hace por inundación sobre la cama de siembra. Con esta práctica la tierra permanece húmeda más tiempo, permitiendo alargar los períodos de riego.

Finalmente podemos decir que, los campesinos regantes continúan inventando y adaptando técnicas y prácticas tecnológicas para el manejo del agua. Con el conjunto de prácticas

adoptadas, están buscando la resiliencia del sistema ante el problema de escasez del agua superficial para retornarlo a la sustentabilidad. Este proceso significa que el sistema continúa su proceso de coevolución legitimado al conocimiento cultural y experimental de los productores (Norgaard *et al.*, 1999) utilizando su *corpus* de conocimientos aplicados en forma práctica (Toledo, 1991). Éstas prácticas son la expresión de la capacidad de los grupos campesinos para sobrevivir a los procesos sociales, políticos y naturales que ponen en riesgo el sistema agrícola y son la respuesta de su potencial endógeno (Guzmán *et al.*, 2000) ante las presiones internas y externas.

La coevolución ocurre como resultado de una serie de cambios de pequeña magnitud a lo largo del tiempo, o de cambios repentinos de gran intensidad que ocurren entre la sociedad y la naturaleza. Tienen lugar a lo largo del tiempo, pero son localizados en un lugar específico (Woodgate, *et al.* 1998). La escasez del agua es un cambio en el agroecosistema campesino, y la respuesta social es adaptarse a lo nuevo, por lo que los campesinos utilizan su *corpus* de conocimientos y generan nuevos saberes sobre el manejo y conservación del agua de riego.

CONCLUSIONES

La agricultura de regadío se va adaptando a las nuevas condiciones ambientales y sociales, por lo que los regantes van modificando las múltiples técnicas para captar, encauzar, almacenar y distribuir el agua, y las prácticas de riego se adaptan para recibir los nuevos cultivos que se introducen en el sistema productivo. Hasta los años ochentas, los campesinos regantes adaptaron sus terrenos y sistemas de riego a las condiciones de “disponibilidad de agua”, sobre todo en aquellos espacios agrícolas donde brotaba el agua (como ameyales y humedales), donde el agua se acopiaba en forma natural, o donde se formaban grandes avenidas de agua que destruían sus canales y acequias. Hasta esos años, las estrategias de uso estaban orientadas al manejo y conservación ante “disponibilidad de agua” para uso agrícola.

En la época actual las estrategias difieren al objetivo anterior; hoy se adoptan y adaptan prácticas orientadas a la captación y conservación del agua, ante “síntomas de escasez”. La creciente demanda de agua de uso doméstico (en las ciudades y comunidades), los fenómenos naturales (precipitación) y el manejo interno en el sistema agrícola han deteriorado la cantidad del agua de uso agrícola del río Nexapa; por lo que en la actualidad se requiere de prácticas de captación, y la intercepción de diferentes fuentes (superficiales y subterráneas) para captar cantidades relativamente pequeñas del vital líquido. Ante esta situación, los campesinos regantes han generado y adoptado un conjunto de prácticas que caracterizamos en dos tipos de estrategias: estrategias para la localización y extracción, y estrategias de manejo y conservación del agua.

Cada una de las prácticas tecnológicas modificadas o introducidas en el sistema de cultivo pretende hacer un uso más eficiente del agua. Algunas prácticas se tienen a prueba como el caso de melgas o camas en frutales, y los productores tienen duda de si ésta es la mejor forma de regar, sin introducir sistemas modernos que les resultan costosos. Pero en general, todas las prácticas introducidas para manejar el agua han mostrado resultados favorables en relación al ahorro del agua.

Los campesinos regantes han logrado desarrollar estrategias de manejo muy complejas, donde combinan prácticas tecnológicas y sociales legitimadas a su medio; son conservadoras de los recursos naturales y de las relaciones sociales. Estos grupos sociales han manejado el espacio hidráulico con racionalidad y han logrado adecuar sus prácticas al nuevo contexto, mostrando con ello su fortaleza autogestiva y su capacidad social de resiliencia para enfrentar los cambios provocados desde el exterior o dentro del sistema.

Las diferentes prácticas de manejo de agua adaptadas, solo se explican bajo la lógica de la supervivencia de los grupos de campesinos, basadas en el conocimiento ancestral acumulado para manejar el recurso agua. La anterior muestra que, en la región de Atlixco perviven grupos sociales que conservan conocimientos ancestrales, aún considerando que

es una de las regiones agrícolas ocupadas por grupos europeos desde épocas muy tempranas.

LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A. 1991. **¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?**. In: Revista Agroecología y desarrollo. Año 1, número 1, marzo de 1991. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Santiago de Chile, pp. 16-24.
- Altieri, M. A. 1995a. **El “estado del arte” de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina**. In: Cadenas, M. A. (Ed.). Agricultura y desarrollo sostenible. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Madrid, pp. 151-203.
- Altieri, M. A. 1995b. **“Una alternativa dentro del sistema”**. In: revista de la FAO sobre agricultura y desarrollo. CERES n.º 154. Balance de la revolución verde: nuevas necesidades, nuevas estrategias, 1995, pp. 1-8.
- Amorós, P. 2000. **“Radiestesia o raudomancia”**. Investigación en T. C. I., E. V. P.
- Ball, J. B; Braatz, S. y Chandrasekharan, C. 1995. **Cuando los árboles no dejan ver el bosque** (Dossier). In: revista de la FAO sobre agricultura y desarrollo. CERES n.º 154. Balance de la revolución verde: nuevas necesidades, nuevas estrategias, 1995, pp. 24-30.
- Comisión Nacional del Agua. 1999. **Expediente del río Nexapa**. (Expediente n.º 146). Gerencia Estatal de Puebla. Puebla, México.
- Comisión Nacional del Agua. 2003. Observatorio meteorológico de la ciudad.
- Diccionario del agua. 2002. **Diccionario del agua**.
- Diccionario del IMTA. 2002. **Diccionario del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**.
- García, F. M. 1998. **La encuesta**. In: García, F. M.; Ibáñez, J. y Alvira, F. (Compiladores). *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación*. Alianza Universidad Textos. Segunda reimpresión de la segunda edición. 1998. Madrid, pp. 147-176.
- Geilfus, F. 1998. **80 herramientas para el desarrollo participativo**. Diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. IICA-Holanda/Laderas C. A, 208 p.

- Guzmán, C. G.; González de Molina, N. M.; Sevilla, G. E. 2000. **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Ediciones Mundi-Prensa, España, 535 p.
- Hernández, G. R.; Herrerías, G. G. 2001. **Agua para siempre: obtención de agua y conservación de suelos a través de la regeneración de cuencas**. In: Barkin, D. (compilador). *Innovaciones mexicanas en el manejo del agua*. Editor: Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México, D. F., pp. 81-88.
- Hernández, X. E. 1971. **Exploración etnobotánica y su metodología**. Reproducción hecha por el Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Chapingo y SAG. Chapingo, México, 40 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. **Síntesis geográfica del estado de Puebla**, 124 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. **Anuario estadístico. Puebla**. Tomo 1. México, 416 p.
- Junta de Aguas. 1948. **Cuadro de distribución del canal San Félix**.
- Martínez, S. T. 2000. **El pequeño riego en México: por una socioeconomía del agua**. In: Palerm, V. J. y Martínez, S. T. (Editores). *Antología sobre pequeño riego*. Vol. II, organizaciones autogestivas. Colegio de Postgraduados. México, D. F., pp. 407- 434.
- Norgaard, R. B.; Sikor, T. O. 1999. **“Metodología y práctica de la agroecología”**. In: Altieri, M. A. *Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad, pp. 31- 46.
- Palerm, V. J. 2000. **“Organización social y agricultura de riego”**. In: Palerm, V. J. y Martínez, S. T. (Editores). *Antología sobre pequeño riego*. Volumen II. Organizaciones autogestivas. Colegio de Postgraduados. México, D. F., pp. 13-30.
- Popp, K. 1978. **El cambio del paisaje cultural en el Valle de Atlixco**. (Traducción Irma de Larrauri). Universidad de Erlangen-Nuernberg, pp. 73-83.
- Rodríguez, M. J. G. 2000. **El comité de vigilancia de los ríos Atoyac y Nexapa: formación de una organización**. In: Palerm, V. J. y Martínez, S. T. (Editores). *Antología sobre pequeño riego*. Vol. II, organizaciones autogestivas. Colegio de Postgraduados. México, D. F., pp. 345- 405.
- Ruiz, O. J. E. 1996. **Metodología de la investigación cualitativa**. Bilbao, Universidad de Deusto, pp. 11-44.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. **Directorio de unidades de riego incorporadas**.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua. 1999. **Unidades de riego sin organizar**. *Estado de Puebla*, 43 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Diario oficial del día 31 de enero de 2003**. *Acuerdo sobre los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos*, 104 p.

Sevilla, G. D. 1995. **La agroecología como marco teórico para el desarrollo rural**. Material presentado en el curso agroecología y desarrollo sostenible, en la Universidad Internacional de Andalucía, del 16 al 20 de enero de 1995, 16 p.

Shiva, V. 1995. **El Milagro de los problemas** (Dossier). In: revista de la FAO sobre agricultura y desarrollo. CERES n.º 154. Balance de la revolución verde: nuevas necesidades, nuevas estrategias, 1995, pp. 13- 19.

Toledo, V. M. 1991. **El juego de la supervivencia**. Un manual para la investigación etnoecológica en Latinoamérica. CLADES, 75 p.

Van Der Ploeg, J. D. 1998. **Campesinos y poder**. En: Boelens, R. y Dávila, G. (Ed.). *Buscando la equidad. Concepciones sobre justicia y equidad en el riego campesino*. Van Gorcum, pp. 41-47.

Vargas, V. S. 1996. **La nueva política hidroagrícola**. In: de Grammont, C. y Tejera G. H. (Coords.). *La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio*. Vol. III. INAH-UAM-UNAM-P y V, pp. 149-167.

Woodgate, G.; Redclift, M., 1998. **De una sociología de la naturaleza a una sociología ambiental. Más allá de la construcción social**. *Revista Internacional de Sociología*. Tercera época, n.º 19 y 20, pp. 15-40.

Ignacio Ocampo Fletes. Doctorado en Agroecología, Sociología y Desarrollo Rural Sostenible en la Universidad de Córdoba, España. Maestría en Ciencias en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional en el Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo General en la Universidad Autónoma de Nayarit.

Juan Francisco Escobedo Castillo. Doctorado en Desarrollo Rural en el Colegio de Postgraduados. Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural en el Colegio de Postgraduados. Ingeniero Agrónomo especialista en agroindustrias en la Universidad Autónoma Chapingo.