

Tecnología hidráulica y acciones comunitarias para la captación de agua de lluvia en *jagüeyes*

Emmanuel Galindo Escamilla¹

Jacinta Palerm

Jorge Leonardo Tovar Salinas

Raúl Rodarte García²

Resumen

En éste artículo se documenta el actual uso y manejo del *jagüey*, una tecnología tradicional que sirve para el abasto de agua a poblados de zonas áridas o semiáridas –y en ausencia de corrientes superficiales, en éste caso en los Llanos de Apan, Hidalgo, México. La captación de lluvia en *jagüeyes*, al menos para zonas de poca precipitación (500 a 600 mm/año) como es el caso estudiado, requiere de un sistema integrado por tres partes, una zona de captación, de obras de conducción, y de la obra de almacenamiento o *jagüey*. La presencia y uso de sistemas tradicionales para el abasto de agua y la opción que representa la captación de lluvia para enfrentar la escasez del recurso agua, justifican investigar y difundir cómo funcionan éste tipo de sistemas, los acuerdos y acciones que realizan los usuarios para mantenerlos en operación, así como su localización en el territorio nacional y las condiciones en que se encuentran.

Introducción

A últimas fechas el uso del agua de lluvia para el consumo humano o la producción agrícola se muestran como una de las opciones a la crisis de la contaminación y escasez del agua,³ pero el control de la escorrentía que se forma durante o después de la lluvia y su encauzamiento hacia un punto específico para almacenarla y utilizarla posteriormente, ha sido una de

las opciones utilizadas durante mucho tiempo en distintas partes del mundo como por ejemplo Israel e India.⁴

Como han documentado algunos autores, en México, desde la época prehispánica se tenían obras hidráulicas para el control, transporte y distribución del agua,⁵ y una terminología propia para nombrar a los sistemas hidráulicos utilizados ya sea para el regadío o para la conducción del agua de consumo humano.⁶

Dentro de la terminología prehispánica para nombrar a la tecnología hidráulica utilizada en la captación y almacenamiento del agua de lluvia, los vocablos *jagüey* o estanque eran denominados como *amanalli*, que se traduce como alberca o estanque de agua y tienen su raíz en *mana* que es, poner, colocar, detener. Y también como *atecochtli* y *atatactli* que tienen las raíces en *tecochtli*, que quiere decir sepultura, fosa, hoyo, cavidad, barranca, y *tataca* que se interpreta como rascar o cavar la tierra. Respecto a los vocablos anteriores Bohem y Pereyra señalan que "...sugieren una represa construida mediante una excavación sobre un curso de agua (permanente o temporal) y no a un dique. En éste caso su función sería exclusivamente almacenar agua, y más probablemente de lluvia."⁷

Para la región Llanos de Apan en el actual estado de Hidalgo, se tiene registrado el uso de los *jagüeyes* cuando

1 Postgrado en Antropología Social CIESAS-DF.

2 Investigadores del Colegio de Postgraduados.

3 Critchley W. y K. Siegert, *Captación de agua de lluvia: manual para el diseño y construcción de sistemas de captación de agua de lluvia para la producción agrícola*, FAO-SMCS, México, 1991; Anaya, Manuel, *Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe: Manual Técnico*, IICA, México, 1998.

4 Everani, Michael et al, *The Negev: the challenge of a desert*, Harvard University Press, E.U, 1971; Agarwal, Anil y Sunita Narain, *Dying Wisdom: Rise, fall and potential of Indian's traditional water harvesting systems*, CSE, India, 1991.

5 Bibriesca, José Luis, *El agua potable en México*, Talleres Gráficos de la Nación, México, 1959; Ángel Palerm, *Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México*, SEP-INAH, México, 1973; Teresa Rojas Rabiela, Rafael Strauss y José Lameiras, *Nuevas noticias sobre las obras hidráulicas prehispánicas y coloniales en el Valle de México*, SEP-INAH, México, 1974.

6 Bohem, Brigitte y Armando Pereyra, *Terminología agrohidráulica prehispánica nahua*, INAH, México, 1974.

7 *Ídem*, p. 34.

menos desde la etapa posterior a la conquista de México.⁸ A pesar del tiempo en que se han utilizado los *jagüeyes* como una opción para el abasto de agua, principalmente en las zonas áridas y semiáridas del territorio mexicano -donde de acuerdo con Velasco-Molina⁹ ésta tecnología es muy común-, existe un vacío de conocimiento respecto al manejo técnico y social de éste sistema tradicional para el control y almacenamiento de escorrentía.

Dado el vacío de conocimiento que existe en torno a los *jagüeyes* y su sistema para almacenar agua de lluvia, éste artículo tiene tres objetivos: describir los acuerdos y acciones que los usuarios de los *jagüeyes* llevan a cabo para mantenerlos en funcionamiento, identificar las componentes del sistema de captación de agua de lluvia y describir su funcionamiento técnico, así como documentar la importancia y actualidad de este sistema para el abasto de agua en una zona en particular.

La Componente Social en los Sistemas Hidráulicos

El agua y su manejo un asunto de grupo

El estudio de los sistemas hidráulicos lleva implícita una discusión teórica, la capacidad del recurso agua para cohesionar a los usuarios en torno a la infraestructura del sistema y de las reglas, acuerdos, acciones o tareas para mantener en operación dicho sistema a través del tiempo. Esta discusión teórica tiene sus inicios a partir de la *hipótesis hidráulica* planteada por Wittfogel a cerca del regadío como el origen del Estado en civilizaciones antiguas, quien señala que en todo momento las acciones realizadas por un grupo de individuos para retener, controlar, manejar, transportar, o distribuir el agua en el caso de los sistemas de riego requieren de organización social.¹⁰

Palerm y Wolf comienzan en México con los estudios que correlacionan al regadío con la organización social y documentan, para la época prehispánica la existencia de

más de trescientas obras para la práctica del regadío en distintas partes de Mesoamérica.¹¹ Posterior a la búsqueda de la base hidráulica de civilizaciones antiguas como la china, indú, mesoamericana o la inca, los estudios de la relación riego-organización social se enfocan en la capacidad de organización y autogobierno de los usuarios de sistemas de riego modernos. Al estudiar sistemas de riego modernos Maass y Anderson señalan que, "... si se quiere capturar y distribuir el agua disponible con éxito durante un tiempo prolongado, y controlar la extensión de tierras susceptibles de regarse, los agricultores deben desarrollar una disciplina propia y un alto nivel de organización social."¹² Y también mencionan que con diferentes valores probablemente en todos los sistemas de riego hay metas comunes como la resolución ordenada de conflictos, la participación popular, el control local, elevar los ingresos, la justicia en la distribución de los ingresos y la equidad.

A partir de los aportes de Maass y Anderson la propuesta teórica de la relación riego-organización social reviste particular importancia para el estudio de los sistemas de riego modernos, y más aún porque es una respuesta teórica para explicar la organización comunitaria que tiene su base en el regadío o en el manejo de alguna otra fuente de agua o sistema hidráulico.¹³

El recurso agua y la organización social

Al reconocer a los sistemas y obras hidráulicas como detonadores de procesos de organización social, y al entender a la organización social como el conjunto de acuerdos y reglas (escritas o no escritas), que guían y delimitan las acciones individuales o colectivas respecto al uso, manejo, aprovechamiento o gestión de recursos, con la necesaria presencia de autoridades y sanciones que garanticen el cumplimiento de estos acuerdos y reglas. Se supone que, para la gestión del sistema de captación de lluvia en *jagüeyes* es necesaria y está presente la organización social.

8 Acuña, René, *Relaciones Geográficas del siglo XVI*. UNAM, México, 1985; Alain Musset, "El acueducto de Zempoala: las respuestas de fray Francisco de Tembleque", en *Historias*, núm. 19, 1984, pp. 81-96.

9 Velasco Molina, Hugo, "Fuentes de agua de consumo humano en el medio rural de los semidesiertos mexicanos", en *Terra*, vol. 13, núm. 4, 1995, COLPOS, México, pp. 427-438.

10 Wittfogel, Karl [1957], *Despotismo oriental: estudio comparativo del poder totalitario*, Guadarrama, Madrid, 1966.

11 Palerm Ángel y Eric Wolf, *Agricultura y civilización en Mesoamérica*, SEP-Diana, México, 1972.

12 Maass Arthur y Raymond Anderson [1976], "Y el desierto se regocijará... conflicto, crecimiento y justicia en las zonas áridas: introducción", en T. Martínez y J. Palerm (eds.), *Antología sobre pequeño riego*, Colegio de Postgraduados, México, 1997, pp. 221-240.

13 Palerm, Jacinta, "Sistemas hidráulicos y organización social: debate teórico y el caso del Acolhuacan septentrional", en T. Martínez y J. Palerm (eds.), *Antología sobre pequeño riego*, Colegio de Postgraduados, México, 1997, pp. 37-70.

Algunos autores han documentado la presencia de organización social para el manejo de cierto tipo de recursos. Ostrom sostiene que existen algunos recursos o usos cuyo aprovechamiento individual resulta difícil o es imposible (los denominados recursos o bienes comunes), lo que hace necesaria su gestión comunitaria y menciona como ejemplos a los sistemas de riego, sistemas de agua entubada, bosques, agostaderos, y playas para pescar, entre otros.¹⁴

Ostrom subraya que sólo a través de acuerdos y el cumplimiento de éstos se asegura el acceso y uso de un recurso a través del tiempo, es decir, se alcanza la sostenibilidad. También plantea que el éxito en la gestión de los recursos comunes se debe a que las instituciones para su uso son diseñadas bajo reglas y principios que obedecen a situaciones concretas, las cuales al ser diferentes para cada caso toman en cuenta atributos específicos de los sistemas físicos, de las visiones culturales del mundo, y de las relaciones económicas y políticas que existen en el entorno.

Wade relaciona el manejo de recursos y la organización social, plantea que la comunidad organizada es una respuesta cultural desarrollada por un grupo humano específico como mecanismo para aprovechar el medio en el que vive mediante la cohesión y cooperación. Y señala que el mecanismo organizativo se presenta con mayor fuerza cuando el recurso a administrar tiene un carácter crítico o escaso, mientras que el mecanismo organizativo es más débil cuando el recurso es abundante.¹⁵

Buscando la organización social en torno a los jagüeyes

Kelly¹⁶ y Hunt señalan que el estudio de la relación entre la estructura física de un sistema de riego y su administración se debe abordar a través de las tareas siempre presentes. Hunt menciona que "... varias tareas de trabajo universalmente encontradas han sido identificadas en sistemas de riego por canales, incluyendo la construcción del sistema físico, la captura de agua del medio, el reparto del agua una vez capturada, el mantenimiento del sistema físico, la reso-

lución de conflictos. También se encuentra a veces drenaje y tareas rituales."¹⁷

La metodología de identificar quién, cuándo, y cómo se realizan las tareas siempre presentes se adaptó para identificar y describir la organización social que genera el uso y manejo del sistema de captación de agua de lluvia en *jagüeyes*. Es necesario aclarar que la ocurrencia de estas tareas no implica que estén presentes todo el tiempo, ni que se realicen en todo momento, y que no necesariamente se requiera de un cuerpo de especialistas o de personal de tiempo completo para su ejecución.

Uso y manejo de los jagüeyes en los llanos de Apan

La región Llanos de Apan se localiza entre las coordenadas 20° 04' 48"-19° 27' 00" N y los 98° 38' 24"- 98° 12' 36" O. Está conformada por ocho municipios del sureste del estado de Hidalgo (Almoleya, Apan, Emiliano Zapata, Epazoyucan, Singuilucan, Tlanalapa, Tepeapulco y Zempoala) y por Calpulalpan y Otumba, de los estados de Tlaxcala y México. Tiene 2 184.83 km²,¹⁸ una precipitación promedio de entre 500 a 600 mm/año, y un coeficiente de escurrimiento (Ce) con valores máximos de 10% a 20%.¹⁹

En la región, según las cartografía topográfica 1:250 000 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información existen cuando menos 397 *jagüeyes*, cifra que representa una densidad de un *jagüey* por cada 5.5 km².²⁰

La cantidad de obras y su distribución territorial muestra una relación entre el sistema tradicional para el abasto de agua y el paisaje local. El paisaje lo conforman una llanura con la presencia de algunos cerros y pequeños lomeríos que facilitan el control y conducción de la escorrentía, y una población agrupada en pequeños poblados, rancharías y viviendas aisladas. Hay ausencia de corrientes superficiales.

La dispersión territorial de la población y la práctica del pastoreo de ganado menor hacen común la presencia de los *jagüeyes* junto a los asentamiento humanos, ya que éste sistema hasta antes de la introducción de agua entubada

14 Ostrom, Elinor [1990], *El gobierno de los bienes comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva*, UNAM-FCE, México, 2000.

15 Wade, Robert, *Village republics: Economic conditions for collective action in South India*, Cambridge University Press, E.U., 1988.

16 Kelly, William, "Concepts in the anthropological study of irrigation", en *American Anthropologist*, No. 85, 1983, pp. 880-886.

http://research.yale.edu/wwkelly/pubs-archive/WWK_1983_AA_85-4.pdf

17 Hunt, Robert [1988], "Sistemas de riego por canales: tamaño del sistema y estructura de la autoridad", en T. Martínez y J. Palerm (eds.), *Antología sobre pequeño riego*, Colegio de Postgraduados, México, 1997, pp. 165-220.

18 DINA (Diesel Nacional), *Ciudad Sahagún y sus alrededores*, DINA, México, 1985.

19 INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), *Cartas de hidrología superficial y subterránea escala 1:250 000, E14-2, F14-11*, México, 2003 a.

20 INEGI, *Cartas topográficas escala 1:50 000, E14B11, E14B12, E14B13, E14B21, E14B22, E14B23 y F14D82*, México, 2003 b.

era la fuente de abasto para el consumo humano, animal, y usos domésticos.

Los jagüeyes una opción local frente a la escasez de agua

El actual modelo de abasto de agua en los Llanos de Apan se basa en la perforación de pozos para la extracción de agua, la cual tiende a agotarse por el abatimiento de los dos acuíferos que abastecen a ésta región. Según cálculos de la Comisión Nacional del Agua hay un déficit de 280.368 Mm³/año para el Acuífero Cuautitlán-Pachuca,²¹ mientras que para el Acuífero Tecocomulco hay un balance favorable de 14.141 Mm³/año.²²

El abatimiento del primer acuífero, la incapacidad del Tecocomulco para cubrir los requerimientos de agua en la región, y que del Cuahutitlan-Pachuca se extraiga agua para abastecer al norte de la Ciudad de México y a la capital del

estado de Hidalgo, Pachuca, lleva a reconsiderar la importancia de los jagüeyes como una opción complementaria al actual modelo de abasto con agua entubada de pozo.

Además de la densidad y capacidad de almacenamiento de los jagüeyes que se tienen en los Llanos de Apan, el uso actual y la importancia de éste sistema hidráulico para los pobladores de la región radica en que el jagüey sigue siendo fuente de abasto para comunidades rurales donde el suministro de agua entubada de pozo es deficiente, en comunidades que no cuentan con éste servicio, a viviendas dispersas a las que resulta costoso dotar de agua entubada, y porque es la fuente principal para abrevar al ganado.

Componentes del sistema para captar lluvia en jagüeyes

Para determinar los componentes del sistema de captación de agua de lluvia en jagüeyes se eligió como zona de estudio la parte norte de los Llanos de Apan, donde confluyen los límites territoriales de tres municipios, Epazoyucan, Singuilucan y Zempoala. En la zona de estudio se encontraron quince jagüeyes, nueve en buenas condiciones y en uso (Escobillas, El Muerto, El Llano, Los Corrales, Santiago, Santa María, San Albino, Los Hondones y Suchxtepec), cua-

21 CNA-Gerencia de Aguas Subterráneas, *Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Cuautitlán-Pachuca, estados de México e Hidalgo*, Comisión Nacional del Agua, México, 2002 a.

22 CNA-Gerencia de Aguas Subterráneas, *Determinación de la disponibilidad de agua en el Acuífero Tecocomulco, estado de Hidalgo*, Comisión Nacional del Agua, México, 2002 b.

Cuadro 1. Características de las obras de almacenamiento

Jagüey	Localidad/ Municipio	Propiedad	Material de construcción	Uso	Responsable	No. de Usuarios	Mantenimiento/ Periodo
El Muerto	San Cristóbal el Grande, Zempoala, Hgo.	Comunitario	Tierra	Abrevadero	Delegado Municipal	20 de cuatro comunidades	2 ó 3 años Usuarios con apoyo de Presidencia Municipal
Santiago	San Cristóbal el Chico, Singuilucan, Hgo.	Comunitario	Tierra	Abrevadero Quehaceres domésticos	Delegado Municipal	39 de cuatro comunidades	2 ó 3 años Usuarios con apoyo de Presidencia Municipal
Escobillas	Escobillas, Epazoyucan, Hgo.	Comunitario	Tierra	Abrevadero	Delegado Municipal y Comisariado Ejidal	20 de cuatro comunidades	2 ó 3 años Usuarios con apoyo de Presidencia Municipal
Los Corrales	Los Corrales, Epazoyucan, Hgo.	Particular	Barda de piedra acomodada reforzada con tierra	Abrevadero Quehaceres domésticos	Propietario	11 de tres comunidades	1 ó 2 años Usuarios

Jagüey	Localidad/ Municipio	Propiedad	Material de construcción	Uso	Responsable	No. de Usuarios	Mantenimiento/ Periodo
El Llano	Escobillas, Epazoyucan ,Hgo.	Particular	Barda de piedra acomodada reforzada con tierra	Abrevadero	Propietario	7 de dos comunidades	1 ó 2 años Usuarios
San Cristóbal	San Cristóbal el Chico, Singuilucan, Hgo.	Comunitario	Tierra	Poco uso	Delegado Municipal	No se sabe	Sin mantenimiento
Jagüey del Agua Limpia	Santa Mónica, Epazoyucan, Hgo.	Comunitario	Tierra	Sin uso	Delegado Municipal	Sin usuarios	---
Jagüey Grande	Santa Mónica, Epazoyucan, Hgo.	Comunitario	Tierra	Sin uso	Delegado Municipal	Sin usuarios	---
Techoapa	San Cristóbal el Chico, Singuilucan, Hgo.	Comunitario	Barda de mampostería reforzada con tierra	Abrevadero Quehaceres domésticos	Delegado Municipal	7 De una comunidad	Sin mantenimiento
Santa María	Chapultepéc, Epazoyucan, Hgo.	Comunitario	Barda de mampostería reforzada con tierra	Abrevadero	Delegado Municipal	7 de dos comunidades	Sin Mantenimiento
San Albino	Buenavista, Singuilucan, Hgo.	Comunitario	Tierra	Abrevadero	Delegado Municipal	6 de una comunidad	Sin mantenimiento
Suchxtepec	San Martín, Singuilucan, Hgo.	Comunitario	Barda de mampostería reforzada con tierra	Abrevadero	Delegado Municipal	3 de dos comunidades	Sin mantenimiento
Buenavista	Buenavista, Singuilucan, Hgo	Destruído	---	---	---	---	---
El Cordero	Escobillas, Epazoyucan, Hgo.	Destruído	---	---	---	---	---
Los Hondones	Buenavista, Singuilucan, Hgo.	Comunitario	Barda de piedra acomodada reforzada con tierra	Abrevadero	Delegado Municipal	No se sabe	Sin mantenimiento

Fuente: elaboración propia con base en datos de campo.

tro fuera de uso (Jagüey Grande, Jagüey del Agua Limpia, Techoapa, y San Cristóbal), y dos en avanzado estado de destrucción (El Cordero y Buenavista).

Con entrevistas aplicadas a autoridades y a usuarios de los *jagüeyes* se identificaron las tareas presentes para mantener en operación al sistema y, con recorridos de campo, fotografías aéreas y cartas topográficas, se determinó la ubicación y extensión espacial de cada uno de los sistemas localizados sobre el terreno. Las partes que integran el sistema, y que a

continuación se describen, son: una zona de captación, obras de conducción, y el *jagüey* u obra de almacenamiento.

Zona de captación

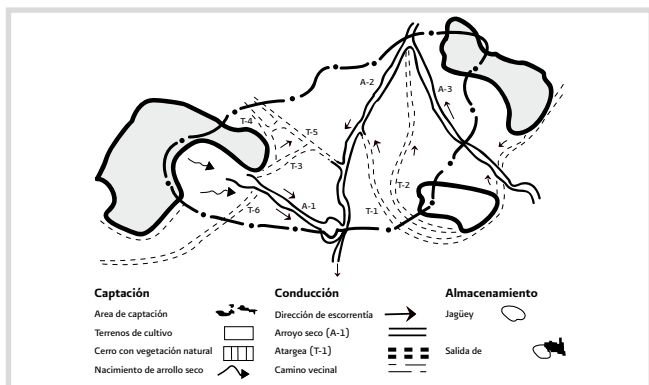
Se integra por laderas de cerros y lomeríos cubiertos por la vegetación característica de la región (matorral xerófilo, magueyes, nopales, yucas) o que han sido abiertas al cultivo de cebada, y por parcelas localizadas en planicies con pen-

dientes suaves que al saturarse de agua drenan los sobrantes hacia otras parcelas o hacia las obras de conducción.

Obras de conducción

Son de dos tipos, naturales o lechos de arroyos secos y artificiales o atarjeas que son hechas por los pobladores locales. La atarjea, como la denominan los entrevistados, es un canal que se cava entre la ladera de un lomerío y la primera parcela cerro abajo o entre parcelas; su finalidad es concentrar y transportar la escorrentía hacia un solo punto, el cual en la mayoría de casos es un arroyo seco o la obra de almacenamiento. Con esta obra también se evita que la escorrentía se introduzca dentro de las parcelas y arrastre el suelo. La atarjea se excava con pala y pico. Las dimensiones de esta obra oscilan entre 1.0 y 1.5 m. de ancho por 0.30 o 1.0 m. de profundidad, y su longitud es variable.

Figura 1: Vista esquemática de un sistema de captación, conducción y almacenamiento de escorrentía en jagüeyes



Fuente: dibujado con recorridos de campo e información de entrevistados

Fotografía 2: Atarjea excavada entre la fracción de una ladera no abierta al cultivo y la primera parcela aguas abajo

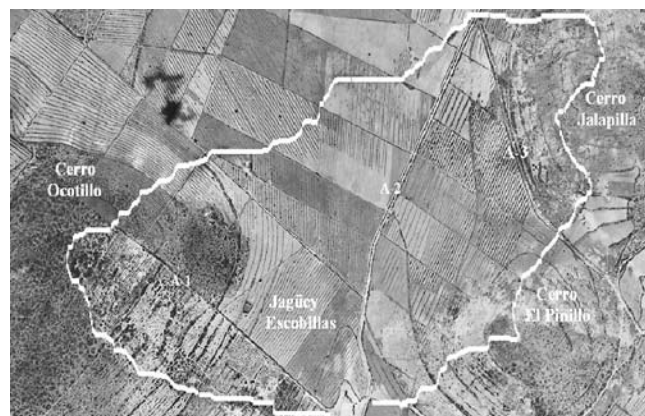


Cerro Colorado, Zempoala, Hgo. (E. Galindo, 2006)

Jagüey u obra de almacenamiento

La totalidad de jagüeyes estudiados se localiza sobre lechos de arroyos secos, su forma, tamaño y material de construcción son variables. Cinco de los jagüeyes estudiados tienen una construcción entre el vaso de almacenamiento y la obra de conducción, técnicamente se le conoce como trampa de sedimentos o desarenador y en los Llanos de Apan se le conoce como cedazo. El desarenador permite que los sedimentos que arrastra la escorrentía se depositen en su interior para evitar que se azolve el vaso principal, y también disminuye la velocidad de escorrentía y aligera el impacto de ésta sobre la cortina que impide su paso. Todos los jagüeyes estudiados cuentan con un vertedor de demasías o sangrías, el cual permite que se desalojen los excedentes de escorrentías del vaso de almacenamiento, lo que a su vez disminuye la presión del agua sobre el centro de la cortina.

Fotografía 1: Vista aérea del Sistema Escobillas



Fuente: Trazado sobre fotografía aérea, INEGI, 1994, Escobillas, Epazoyucan, Hidalgo, México.

Fotografía 3: Atarjea de reciente construcción entre parcelas sobre ladera abierta al cultivo



Escobillas, Epazoyucan, Hgo. (E. Galindo, 2006)

Fotografía 4: Vista parcial de obra de almacenamiento reforzada con barda de mampostería



Jagüey Santa María, Chapultepéc, Epazoyucan Hgo. (E. Galindo, 2006)

Fotografía 5: Obra de almacenamiento con su zona de captación



Jagüey Santiago, San Cristóbal, Singuilucan, Hgo. (E. Galindo, 2006)

El principal uso que se da al agua almacenada dentro de los *jagüeyes* es para abrevadero, principalmente para ganado menor (ovejas y cabras) y en menor cantidad burros, caballos y vacas. En situaciones especiales, como es el caso de las rancherías o viviendas aisladas que no cuentan con agua entubada, o en localidades donde el suministro de ésta es deficiente, el agua de los *jagüeyes* se usa en los quehaceres domésticos.

Acuerdos y acciones para mantener en operación el sistema

Zona de captación

En esta parte del sistema las tareas presentes son propiciar el libre escurrimiento y la construcción de atarjeas cuando se abren nuevas tierras al cultivo. Esta última tarea no siempre se realiza en todos los casos, ya que algunos propietarios de las parcelas no radican en la región, no necesitan el agua almacenada dentro de los *jagüeyes* porque no poseen ganado, y por tanto no son usuarios de éstos.

Obras de conducción

La construcción de atarjeas, su mantenimiento y rehabilitación, y la resolución de conflictos son las tareas presentes en esta parte del sistema. Como un acuerdo no escrito, pero sí presente, la construcción y conservación de las atarjeas que existen sobre la totalidad de una zona de captación es responsabilidad de los propietarios de las parcelas por

donde éstas pasan, siendo su decisión hacer o no la atarjea. No realizar esta tarea tiene como consecuencia inmediata que la escorrentía se introduzca a la parcela, y arrastre el suelo y el cultivo en turno. Por tanto, son pocos quienes no tienen en buenas condiciones la parte del trayecto de la atarjea que pasa por su parcela.

El mantenimiento o rehabilitación de las obras de conducción depende de la cantidad de azolve o del deterioro que presenten dichas obras. Los entrevistados señalan casos en los cuales las atarjeas se limpian cada año, cada cinco y sistemas en los que ésta tarea no se ha realizado en los últimos diez años. De acuerdo con la observación en campo, esta tarea se hace únicamente en las partes o secciones más deterioradas o azolvadas, y se efectúa cuando la escorrentía desborda la obra de conducción y se introduce bruscamente a las parcelas.

El conflicto se presenta entre usuarios del *jagüey* y propietarios de parcelas sobre las que pasan las obras de conducción en tres situaciones: cuando en laderas se abren nuevas tierras al cultivo y no se construye atarjea; cuando sobre laderas o planicie se abren nuevas tierras al cultivo y, desconociendo el paso de agua, los propietarios de estas parcelas tapan las atarjeas con la vegetación que retiran del terreno; y cuando algunos propietarios de parcelas localizadas en la planicie destruyen la atarjea que pasa por su parcela para sembrar sobre la superficie que esta ocupa.

Para resolver estos conflictos los usuarios se reúnen y solicitan a los propietarios de parcelas que respeten los pasos de agua y no obstruyan las atarjeas. El *jagüey* Santiago, donde se destruyeron dos atarjeas, ilustra una situación de no cumplimiento del acuerdo, pero los informantes coinci-

den en que no se exigió reabrir las atarjeas porque con las restantes el *jagüey* almacena agua suficiente.

Jagüey u obra de almacenamiento

Once de los *jagüeyes* son de propiedad comunitaria, en estos casos la responsabilidad de cada una de las obras recae en el Delegado Municipal o el Comisariado Ejidal. Además hay dos *jagüeyes* de propiedad privada, el responsable invariablemente es el propietario del terreno sobre el que se asientan. Las tareas identificadas son: mantenimiento y rehabilitación, reparto y distribución del agua, drenado de excedentes de escorrentía, y resolución de conflictos.

El mantenimiento de los *jagüeyes*, ya sean comunitarios o privados, consiste en retirar el azolve; tarea que se realiza cada año, cada dos o cada tres años, dependiendo de la cantidad de agua que almacene la obra y de cuan azolvada se encuentre. En general la rehabilitación de la cortina o bordo se hace con el azolve retirado del vaso de almacenamiento.

El mantenimiento se hace de dos formas, en las obras comunitarias con maquinaria pesada por ser obras grandes, y en las obras propiedad privada con el trabajo manual de los usuarios por ser éstas de menor tamaño.

Para el mantenimiento de las obras comunitarias el responsable del *jagüey* convoca a una asamblea comunitaria y de usuarios, en la cual se programa la fecha del desazolve; se define el costo de mantenimiento calculado con base en el combustible que se estima requerirá la maquinaria y el costo de los alimentos del operador; y se determina si el Delegado Municipal, el Comisariado Ejidal o un comité de usuarios se encargará de realizar las actividades necesarias para el desazolve (solicitar la maquinaria al Ayuntamiento, recolectar la cuota que cada usuario debe aportar, y coordinar la ejecución de los trabajos).

La cuota que cada usuario aporta está en función del número de animales que abreva en el *jagüey*. Cabe aclarar que en los casos de *jagüeyes* de propiedad comunitaria que se encontraron al norte de los Llanos de Apan, el alquiler de la maquinaria y el sueldo del operador los cubre el Ayuntamiento, no así en los de propiedad privada.

En los *jagüeyes* de propiedad privada el dueño del *jagüey* o una persona que él comisiona comunica a los usuarios los días en que se realizará el desazolve, en esa fecha se reúnen los usuarios en el *jagüey* y se asigna a cada uno el tramo que debe limpiar. El azolve se retira con palas manuales y carretilla, pero cuando la cantidad de éste es considerable

se utiliza una camioneta y todos los usuarios cooperan para el combustible.

Tanto en los *jagüeyes* comunitarios como en los privados el acceso y uso del agua no es exclusivo de los propietarios de la obra de almacenamiento, los usuarios son de diferentes comunidades. Así, quienes abrevan sus animales en un *jagüey* tienen los mismos derechos de disponibilidad de agua y las mismas obligaciones sin importar de qué comunidad sean.

En los *jagüeyes* comunitarios y en los privados se participa con cuotas monetarias o con trabajo manual para el mantenimiento o rehabilitación de éstos. Cumplidos los requisitos señalados cada usuario tiene acceso al agua almacenada hasta que se agote. Los usuarios afirman que aún en la temporada del año en que el agua almacenada es poca no hay impedimento para abrevar los animales, y señalan que, cuando se termina el agua en un *jagüey* los usuarios de éste pueden abrevar su ganado en el más cercano. Este acuerdo no escrito es posible porque en todos los *jagüeyes*, al menos en una ocasión, se ha terminado el agua.

La posibilidad de abrevar el ganado en otros *jagüeyes* se acentúa porque, aún cuando la obra de almacenamiento es de tipo comunitario o privado, en la totalidad de casos el sistema en su conjunto rebasa los límites territoriales de una comunidad. Por tanto, el funcionamiento de estos sistemas requiere que las comunidades o propietarios de parcelas localizadas en la parte alta de la zona de captación dejen fluir libremente la escorrentía.

En dos casos los entrevistados puntualizan que, cuando se les termina el agua de sus respectivos *jagüeyes* a los pastores de las comunidades Jalapilla y San Martín éstos pueden abrevar el ganado en los *jagüeyes* Escobillas y Santiago, obras propiedad de las comunidades Escobillas y San Cristóbal respectivamente. Como reconocen los informantes, éste acuerdo no escrito se da porque Jalapilla y San Martín son propietarias de parte de la zona de captación de cada uno de los *jagüeyes* señalados. Lo anterior se entiende como una forma de compensar a los pobladores de estas localidades por dejar fluir la escorrentía aguas abajo sin restricción.

Como otro acuerdo no escrito, pero si presente, se prohíbe nadar y lavar ropa en el *jagüey*. El encargado de resolver los conflictos que surgen es el responsable de la obra de almacenamiento, pero en todo momento los usuarios tienen la facultad de llamar la atención a quien hace mal uso del agua. La sanción más severa a que se puede hacer acreedor a quien no cumple con los acuerdos y reglas es no tener acceso al agua.

Dado que quienes tienen ganado necesitan el agua y que éste sector de la población es quien se encarga de gestionar los *jagüeyes*, la cohesión entre los usuarios es marcada y no es común el conflicto por incumplir con las tareas de mantenimiento o rehabilitación ni por el acceso o mal uso del agua.

El desalojo de excedentes de escorrentía es una tarea que se hace automáticamente a través del vertedor de demasías. Una vez que la escorrentía sale del *jagüey* fluye sobre las parcelas que lo circundan o sigue su trayecto dentro de arroyos secos. El consenso entre los entrevistados es que no existe conflicto por el destino o uso que se da a las demasías.

Fotografía 6: Vista interior de un jagüey con desarenador



Jagüey Los Corrales, Escobillas, Zempoala, Hgo. (E. Galindo, 2006)

Fotografía 7: Acarreo de agua para quehaceres domésticos



Jagüey Santiago, San Cristóbal, Singuilucan Hgo. (E. Galindo, 2006)

Fotografía 8: Animales abrevando en un jagüey privado



Jagüey Los Corrales, Escobillas, Epazoyucan, Hgo. (E. Galindo, 2006)

Fotografía 9: Desarenador sobre lecho de arroyo seco



Jagüey Escobillas, Escobillas, Zempoala, Hgo. (E. Galindo, 2006)

Actualidad e importancia del sistema de captación de agua de lluvia en *jagüeyes*

El hecho de que no se requiera personal de tiempo completo para garantizar el funcionamiento del sistema tradicional para captar agua de lluvia en *jagüeyes*, y que los acuerdos, reglas y autoridades (organización social), para la

gestión del sistema sean visibles solo cuando se realizan las tareas necesarias o presentes, son situaciones que no impiden identificar y describir la organización que genera el uso y manejo de esta fuente para el abasto de agua.

Para el caso de los sistemas de captación de agua de lluvia en *jagüeyes* localizados en la zona de estudio, la presencia de la organización social es evidente solo durante los días

en que se llevan a cabo los trabajos de mantenimiento o rehabilitación, en general uno, dos, o tres días. Y está presente mientras se realizan estas tareas, una vez por año, cada dos o cada tres años.

Terminadas las tareas de mantenimiento o rehabilitación la cohesión y organización que generan se diluyen y surgen nuevamente cuando estas mismas tareas se vuelven a realizar o en situaciones críticas; como sucedió a mediados de la década de 1990, cuando se intentó destruir el *jagüey* Santiago por el propietario de las parcelas que lo circundan, hecho que se evitó por la oposición de los usuarios.

Con la información de campo se corrobora la relevancia y actualidad del agua de lluvia almacenada en los *jagüeyes*. También el papel central de los usuarios para mantener en funcionamiento estos sistemas a lo largo del tiempo, aún después de la introducción del agua entubada.

El cumplimiento de las tareas para el mantenimiento y rehabilitación del sistema; así como los acuerdos, sanciones, reglas propias y la participación de los usuarios para garantizar el cumplimiento de los acuerdos no escritos que garantizan el flujo de escorrentía, la disponibilidad y el acceso al agua almacenada son elementos de primera importancia para la permanencia del sistema tradicional descrito, toda

vez que al ser un sistema artificial para controlar y almacenar escorrentía requiere de coordinación y de cohesión social para su mantenimiento.

La presencia del conflicto entre usuarios y no usuarios de los *jagüeyes* es otro elemento que indica la presencia de la organización social, además de ser un indicador del papel e importancia de los usuarios en la gestión del sistema, de su capacidad de negociación frente a la población no usuaria de los *jagüeyes* y frente a las autoridades municipales.

Un dato para reconsiderar la importancia de la captación de lluvia a través del sistema tradicional descrito, es la cantidad de agua que se estima almacenan año tras año los *jagüeyes*. El cálculo del volumen de agua almacenada en cada *jagüey* se estimó con los datos de precipitación, el coeficiente de escurrimiento, las dimensiones de cada obra de almacenamiento, y la superficie del área de captación. Como se puede observar en el cuadro dos, las áreas de captación de los doce *jagüeyes* suman en conjunto una captación potencial de 1 148 344 m³ de escorrentía al año, de la cual se retiene y almacena sólo el 16.71 % (191 860 m³) por las condiciones en que se encuentra cada una de las obras de almacenamiento.

Cuadro 2. Captación y almacenamiento de escorrentía en jagüeyes

Jagüey	Área de captación (m ²)	Ce (l/m ²)	Captación potencial (m ³)	Forma obra de almacenamiento	Medidas obra de almacenamiento* (m)	Captación y almacenamiento real (m ³)	Captación potencial retenida (%)
El Muerto	2460000	75	184500	Circular	R=40 P=4	20106.2	10.90
Santiago	740000	75	55500	Rectangular	L=85 A=60 P=3	15300.0	27.57
Escobillas	1740000	75	130500	Rectangular	L=95 A=90 P=5.5	47025.0	36.03
Los Corrales	440000	75	33000	Rectangular	L=24 A=20 P=3	1440.0	4.36
El Llano	440000	75	33000	Rectangular	L=30 A=20 P=2	1200.0	3.64
San Cristóbal	600000	75	45000	Rectangular	L=40 A=25 P=1.5	1500.0	3.33
Jagüey del Agua Limpia	460000	75	34500	Circular	R=45 P=3.5	22266.1	64.54
Jagüey Grande	1200000	75	90000	Circular	R=25 P=5	9817.5	10.91
Techoapa	2080000	75	156000	Rectangular	L=74 A=60 P=0.5	2220.0	1.42
Santa María	560000	75	42000	Rectangular	L=83 A=52 P=4	17264.0	41.10
San Albino	2531250	75	189844	Polígono	L=210 L=174 A=90 P=2	44100	23.23
Suchxtepec	2060000	75	154500	Circular	R=35 P=2.5	9621	6.23
Buenavista	Destruído	---	---	---	---	---	---
El Cordero	Destruído	---	---	---	---	---	---
Totales	15 311 250	75	1 148 344			191 860	16.71

* Las letras R, P, L, A y P, corresponde a las iniciales de radio, perímetro, largo, ancho, y profundidad. Fuente: elaboración con base a cálculos propios.

Dado que el promedio de captación y almacenamiento real de los jagüeyes localizados en la zona de estudio se estima en 15 988 m³/año por cada *jagüey* (191 860 m³/12 *jagüeyes*), al multiplicar esa cantidad por los 397 *jagüeyes* que según las cartas topográficas utilizadas existen en los llanos de Apan (E14B11, E14B12, E14B13, E14B21, E14B22, E14B23 y F14D82), se estima que en la totalidad del territorio de esta región se retienen y almacenan anualmente 6 347 236 m³ de agua.

Conclusiones

De acuerdo a lo expuesto se concluye que el sistema de captación de agua de lluvia en *jagüeyes* tiene actualidad en las comunidades de los Llanos de Apan, y que al interior de las comunidades existe un conocimiento tradicional para el manejo de la escorrentía, la conservación del agua de lluvia y su distribución entre los usuarios, al igual que para el manejo del sistema y de cada una de sus partes. Conocimiento tradicional que es necesario reconocer por parte de los técnicos y especialistas al momento de la elaboración e implementación de programas de captación de agua de lluvia.

La cantidad de agua almacenada por los *jagüeyes* al igual que el sustrato organizativo que existe para la gestión del sistema de captación de escorrentía, son elementos suficientes para revalorar a las tecnologías tradicionales para captar agua de lluvia y buscar la forma de hacerlas complementarias a los sistemas de extracción de agua entubada.

Con la aproximación presentada en éste artículo referente al funcionamiento técnico y social del manejo de *jagüeyes*, es recomendable tener presente al momento de plantear opciones para enfrentar la crisis del agua, que en las comunidades rurales existen soluciones tecnológicas apropiadas y gestionadas por los propios usuarios; las cuales, como en éste caso los *jagüeyes*, han sido técnica y socialmente adecuadas.