



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**

# Boletín del Archivo Histórico del Agua

Año 13, número especial, 2008



## Captación de agua de lluvia



**Vivir Mejor**

Coordinador del número: Dra. Jacinta Palerm  
Asistente Editorial: José G. Rangel. M.

**Este boletín es una publicación cuatrimestral del Archivo Histórico del Agua de la Comisión Nacional del Agua.**

**Las opiniones y datos vertidos del contenido de esta publicación son responsabilidad de cada colaborador y no reflejan forzosamente información oficial de la Comisión Nacional del Agua.**

**Toda correspondencia deberá a dirigirse a:**

Archivo Histórico del Agua, Balderas 94, Col. Centro Histórico México, D. F., C. P. 06040

Tel: 5521-1939 Fax: 5521-2704

[www.archivohistoricodelagua.info](http://www.archivohistoricodelagua.info)

## **ADVERTENCIA**

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra, sin fines de lucro y citando la fuente.

Esta publicación forma parte de los productos generados por la Subdirección General de Programación, cuyo cuidado editorial estuvo a cargo de la Coordinación General de Atención Institucional, Comunicación y Cultura del Agua de la Comisión Nacional del Agua.

**Título: Boletín del Archivo Histórico del Agua. Captación de agua de lluvia**

Año 13, número especial, 2008

**Autor: Comisión Nacional del Agua**

Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo

C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F.

Tel. (55) 5174-4000

[www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

**Responsable de la publicación:**

Subdirección General de Programación

**Editor: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines de la Montaña,

C.P. 14210, Tlalpan, México, D.F.

**Impreso en México**

**Distribución gratuita. Prohibida su venta.**

**Queda prohibido el uso para fines distintos al desarrollo social.**

**Foto portada:**

*Pila-Abrevadero de Teoloyucan, abastecida con agua del río Cuautitlán, 1925, Teoloyucan, Edo. de México. AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 3827, expediente 53032.*

# ÍNDICE

<b>Presentación</b>	<b>3</b>
<b>El sistema de <i>jollas</i> una técnica de riego no convencional en la Mixteca</b>	<b>6</b>
María Rivas Guevara Benito Rodríguez Haros Jacinta Palerm Viqueira	
<b>Captación de agua de lluvia y retención de suelo en <i>jollas</i> en el parte aguas de las cuencas de los ríos Actopan y Amajac</b>	<b>17</b>
Emmanuel Galindo Escamilla	
<b>Tecnología hidráulica y acciones comunitarias para la captación de agua de lluvia en jagüeyes</b>	<b>21</b>
Emmanuel Galindo Escamilla Jacinta Palerm Jorge Leonardo Tovar Salinas Raúl Rodarte García	
<b>Limitantes técnico-constructivas, socioeconómicas, culturales y políticas en la construcción de bordos en tres comunidades del río Temascalatío, estado de Guanajuato</b>	<b>32</b>
Gaiska Asteinza Bilbao Mercedes Jiménez Velázquez	
<b>Sistemas de abastecimiento de agua para consumo doméstico en tres comunidades, de la porción alta del río Temascalatío, estado de Guanajuato</b>	<b>44</b>
Mercedes Jiménez Velázquez Gaiska Asteinza Bilbao	
<b>Aniegos y agricultura en la parte baja del río Aguanaval</b>	<b>55</b>
Carlos Chairez Araiza Jacinta Palerm	
<b>Las <i>gavias</i> de Canarias y las <i>cajas de agua</i> mexicanas: semejantes soluciones en ambas orillas del Atlántico</b>	<b>64</b>
Antonio C. Perdomo Molina Jacinta Palerm	

<b>El entarquinamiento en cajas de agua: El valle de Coeneo-Huaniqueo, Michoacán</b>	<b>74</b>
Elvia López Pacheco José Luis Pimentel Equihua Jacinta Palerm	
<b>Captación de agua de lluvia para la agricultura familiar, una experiencia en comunidades rurales de Tlaxcala</b>	<b>82</b>
Aníbal Quispe Limaylla	
<b>Objetivos y logros del Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del agua de Lluvia (CIDECALLI)</b>	<b>92</b>
Manuel Anaya Garduño	
<b>Notas del Pasado</b>	<b>99</b>
<b>Bibliografía de la BCEP</b>	<b>106</b>

# Presentación

Jacinta Palerm

En los siglos XIX y XX el regadío tuvo una muy importante expansión a nivel mundial; sin embargo para fines del siglo XX las opciones de expansión del regadío se han agotado. Actualmente las políticas mundiales atienden la transferencia del agua del sector de la agricultura de riego al sector urbano industrial, tratando de no reducir la superficie de riego mediante tecnologías ahorradoras de agua.

En este contexto hay un creciente interés en atender la agricultura de temporal y el paisaje mismo mediante las llamadas técnicas de cosecha de agua. En el mundo hay una gran diversidad de técnicas vernáculas que son infraestructuras pequeñas adaptadas a ecologías locales y que permiten la mejora de la agricultura y de la ecología local. Algunas compilaciones de la diversidad son Agarwal,<sup>1</sup> Barrow,<sup>2</sup> Palerm,<sup>3</sup> Mollard y Walter.<sup>4</sup>

Por otra parte, en la segunda mitad del siglo XX y lo que lleva el siglo XXI se ha promovido el abasto de agua doméstica a pequeños poblados rurales (y ciudades) a partir del bombeo de acuíferos. Este modelo es muy problemático, por el abatimiento de acuíferos y por el costo de la energía para bombear. También para este contexto las técnicas de cosecha de agua pueden jugar un papel importante.

Los estudios sobre técnicas de captación de agua son de difícil abordaje dado que frecuentemente son técnicas a pequeña escala que en todo caso se repiten en el espacio

geográfico y es su repetición en el espacio lo que produce un efecto regional. Los análisis difícilmente combinan el estudio de la técnica con el impacto regional de la multitud de pequeñas infraestructuras. Por ejemplo las técnicas de *jollas*, *jagüeyes*, *cajas de agua*, que además de guardar la humedad en el suelo disminuyen las inundaciones aguas abajo, debido a que, como señalan Poças et al<sup>5</sup>, reduce el volumen de agua que llega a riachuelos y ríos y, sobretodo, aumenta el tiempo de desplazamiento del agua, o sea aumenta el tiempo de concentración y el tiempo para la punta de la avenida.

En este número del Boletín se presentan algunos estudios de caso:

## Jollas

- El sistema de jollas, una técnica de riego no convencional en la Mixteca
- Captación de agua de lluvia y retención de suelo en *jollas* en el parte aguas de las cuencas de los ríos Actopan y Amajac

Una interesante forma de captación de agua denominado sistema de *jolla*; también conocido como calicantos en la Mixteca y tepamitl en Zongolica, es una técnica sencilla que consiste en la construcción de diques en la misma barranca; el mismo suelo que arrastra el agua de lluvia se va acumulando detrás del dique y posteriormente es utilizado para los cultivos, se aprovecha asimismo la humedad residual que

1 Agarwal, Anil y Sunita Narain (eds.), *Dying wisdom. Rise, fall and potential of India's traditional water harvesting systems*. Centre for Science and Environment, India, 1997; Agarwal, Anil, Sunita Narain e Indira Khyrana, *Making Water Everybody's Business. Practice and Policy of Water Harvesting*, Centre for Science and Environment, India, 2001.

2 Barrow, C., *Alternative Irrigation. The promise of run-off irrigation*, Earthscan Publications, London, 1999.

3 Palerm, Jacinta (ed.), *Antología sobre pequeño riego. Sistemas de riego no convencionales*, vol. III, Colegio de Postgraduados, México, 2002.

4 Mollard, E., y A. Walter (eds.), *Agricultures singulieres*, IRD Editions, Paris, 2008.

5 Poças, I; L. Santos Pereira; M. Cunha, "Pastagens como factor de conservação da água em zonas de montanha, os lameiros", em *Pastagens e Forragens*, vol. 28, 2007, pp. 59-77.

deja la misma corriente de agua. Probablemente es posible encontrar la técnica por todo México; se incluye un reporte de su presencia en Hidalgo.

Las *jollas* es un sistema similar a aquel descrito por Everani en *The Negev*<sup>6</sup> y que los franceses reportan como en uso entre los árabes del norte de África bajo el nombre de *jessour*<sup>7</sup>, sistemas idénticos a los mexicanos se encuentran en las islas Canarias bajo el nombre de *nateros*.<sup>8</sup>

## Jagüeyes

- Tecnología hidráulica y acciones comunitarias para la captación de agua de lluvia en *jagüeyes*
- Limitantes técnico-constructivas, socioeconómicas, culturales y políticas en la construcción de bordos en tres comunidades del río Temascatío, estado de Guanajuato
- Sistemas de abastecimiento de agua para consumo doméstico en tres comunidades, de la porción alta del río Temascatío, estado de Guanajuato

Estos tres ensayos versan sobre esos pequeños estanques, llamados en México *jagüeyes*, que se llenan con las aguas de la temporada de lluvias y conservan agua para toda o casi toda el agua, corresponde a una técnica muy socorrida en la India y Sri Lanka bajo el nombre de “*tank*” en inglés, palabra que proviene del portugués: *tanque*, en español *estanque*. En México los *jagüeyes* están vinculados al agua para abasto doméstico y al agua para animales. Reciben en México el nombre de *jagüeyes* también los estanques para almacenar agua de un canal de riego, el almacenamiento de la tanda de agua permite el riego dosificado a los cultivos. Los casos que aquí se recopilan tratan de *jagüeyes* para almacenar agua de la temporada de lluvias para uso doméstico y abrevadero.

El impacto regional de pequeños depósitos es notable en la capacidad de almacenamiento lo que seguramente reper-

cute en recarga y control de avenidas. El almacenamiento de agua para uso doméstico tiene problemas de calidad, sin embargo la opción de bombeo del acuífero tiene problemas de sustentabilidad. Probablemente es necesario pensar en tecnologías relativos a la calidad del agua de pequeños almacenamientos.

En uno de los ensayos se destaca la importancia del conocimiento local y de la organización social para mantener estas pequeñas obras en funcionamiento. En los otros dos ensayos referidos a nuevos *jagüeyes* construidos por el gobierno, destaca el mal funcionamiento por la ausencia de organización local.

## Entarquinamiento en Cajas de Agua

- Aniegos y agricultura en la parte baja del río Aguanaval
- Las gavias de Canarias y las *cajas de agua* mexicanas: semejantes soluciones en ambas orillas del Atlántico
- El entarquinamiento en *cajas de agua*: el valle de Coeneo-Huaniqueo, Michoacán

Una serie de estudios realizados en México –y Canarias, España– refieren a la captación de aguas de avenida mediante su canalización hacia depósitos artificiales - llamados *cajas de agua*, *bordos*, *cuadros de agua*, *pantles*, según la región –y *gavias*, en Canarias;<sup>9</sup> Palerm, Sánchez et al;<sup>10</sup> López;<sup>11</sup> Chairez y Palerm.<sup>12</sup>

El entarquinamiento en *cajas de agua*, la misma técnica que se usó en el Nilo antes de la construcción de las grandes presas, tuvo una notable importancia en México, sin embargo los ingenieros apostaron por la regulación de los

6 Everani, Michael et al, *The Negev: the challenge of a desert*, Harvard University Press, 1971.

7 Bonvallot, Jacques, “Plaidoyer pour les jessour : Tunisie du Sud”, en Le Floch E., Gouzis Michel, Cornet Antoine, Bille Jean-Claude (eds.), *L'aridité: une contrainte au développement: caractérisation, réponses biologiques, stratégies des sociétés*, ORSTOM, Paris, 1992, pp. 509-517.

8 Dupuis, I., y A. Perdomo, “Los nateros, un sistema de recolección de agua adaptado a las zonas áridas y montañosas de Canarias”, en *Tenique, revista de cultura popular canaria*, vol 6, 2004, pp. 235-251.

9 Velázquez, M., J. Pimentel y J. Palerm, “Entarquinamiento en cajas de agua en el valle zamorano: una visión agronómica”, en Martín Sánchez Rodríguez (ed.), *Entre campos de esmeralda, la agricultura de riego en Michoacán*, El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, México, 2002, pp. 261-273.

10 Palerm, Jacinta; Martín Sánchez et al., “Entarquinamiento en cajas de agua y otras técnicas hídricas”, en Jacinta, Palerm (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. Vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, Colegio de Postgraduados, México, 2002, pp. 21-76.

11 López Pacheco, E. “Buscando la autogestión en las cajas de agua del valle de Coeneo-Huaniqueo”, en M. Sánchez Rodríguez (ed.), *Entre campos de esmeralda, la agricultura de riego en Michoacán*, El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, México, 2002, pp. 241-260.

12 Chairez, C., y Jacinta Palerm, “El entarquinamiento: el caso de la Comarca Lagunera” *Boletín Archivo Histórico del Agua: Organizaciones autogestivas para el riego*, nueva época, año 9, 2004, CONAGUA-CIESAS, México, pp. 85-97. Publicación de aniversario (10 años).

ríos, es decir la construcción de presas, y el riego dosificado, suponiendo con ello que habría una considerable expansión de la superficie de riego y una estabilización de la superficie bajo riego. Sin embargo la evidencia pone en duda la eficacia de la substitución, no sólo desde la perspectiva de estabilización/crecimiento de la superficie de riego, también desde la perspectiva de fertilidad del suelo, salinización, recarga de acuíferos y otras bondades de humedales temporales.

## **Captación de Agua de los Tejados y Depósitos**

- Captación de agua de lluvia para la agricultura familiar, una experiencia en comunidades rurales de Tlaxcala
- Objetivos y logros del Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI)

Se incluyen dos ensayos sobre proyectos operativos diseñados desde la academia sobre captación de agua de lluvia para abasto doméstico, una componente esencial es el depósito (*cisterna, aljibe*), no obstante de dimensiones insuficientes para sortear toda la temporada de secas. No obstante el depósito sirve para almacenar agua de camiones cisterna o de redes de abasto de agua poco confiables o de muy baja presión.

La dificultad que enfrentan los pobladores rurales en el abasto de agua está descrita en uno de los ensayos mencionados más arriba: "Sistemas de abastecimiento de agua para consumo doméstico en tres comunidades, de la porción alta del río Temascalatío, estado de Guanajuato, México"; también en otro ensayo publicado en este Boletín en 2005.<sup>13</sup>

Finalmente las secciones Noticias del pasado y algunos textos de la Biblioteca de Estudios y Proyectos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) relacionados con la temática abordada.

---

13 Guzmán, M., y Jacinta Palerm, "Los jagüeyes en la región de los Altos Centrales de Morelos", en *Boletín Archivo Histórico del Agua*, año 10, núm. 29, enero-abril, 2005, CONAGUA-CIESAS, México, pp. 21-26.

# El sistema de jollas una técnica de riego no convencional en la Mixteca<sup>1</sup>

María Rivas Guevara

Benito Rodríguez Haros

Jacinta Palerm Viqueira<sup>2</sup>

## Introducción

La Mixteca, conocida en idioma indígena como *Nuu dzavui*, el pueblo y la montaña de la lluvia,<sup>3</sup> cuenta con una superficie aproximada de 4 millones de hectáreas. Está conformada por 221 municipios de los cuales 155 pertenecen al estado de Oaxaca, 19 al estado de Guerrero y 47 al estado de Puebla. Con aproximadamente un millón 200 mil habitantes de las etnias Mixteca, Chocholteca, Tlapaneca, Náhuatl, Triqui, Zapoteca y Amuzgo, principalmente.

A los antiguos pobladores de la Mixteca se les conoce genéricamente como mixtecos o pueblo de la lluvia. Sobre su origen se sabe que vinieron del norte y practicaron la agricultura principalmente en sistemas de terrazas en pequeños valles mediante el sistema de riego en áreas de secano. Hoy en día, la característica medioambiental que resalta es el deterioro de la cubierta vegetal que prácticamente ha desaparecido dejando expuesto a la acción de los agentes erosionantes (aire, agua y acción antropogénica) la capa superficial del suelo, cuyos efectos se agudizan por la accidentada topografía que predomina y que ha propiciado la aparición del material parental (madre) en un alto porcentaje de la región, limitando con ello los espacios propicios para la agricultura.

Una de las alternativas de los campesinos de la región para disminuir los efectos negativos de las condiciones medioambientales consistió en el diseño y desarrollo de

tecnologías productivas para el aprovechamiento de suelo y agua, que aunados a la selección sistemática de recursos vegetales lograron un sistema de producción apropiado a las condiciones regionales. Por un lado desarrollaron el sistema de producción en *jollas* que permitió, mediante una técnica sencilla, la acumulación de suelos de arrastre en las barrancas y el aprovisionamiento de agua en el mismo sitio. Por otro lado, se desarrollaron los maíces de cajete adecuados a las condiciones generadas antrópicamente en las *jollas* y los definen como una de las principales estrategias para la obtención de alimentos.

## Estudio de caso: San Miguel Tulancingo

San Miguel Tulancingo, *Ningaxingu* en chocholteca, que en español significa “Barranca Honda o Lugar de Agua”, es cabecera municipal.<sup>4</sup> Su población es de 432 habitantes distribuidos en 141 viviendas.<sup>5</sup>

Como una consecuencia medioambiental y herencia cultural y tecnológica, la población de San Miguel Tulancingo, situado en el corazón de la Mixteca Alta, ha construido *jollas*<sup>6</sup> o *lama-bordos* en el fondo de las barrancas para captar agua de lluvia y suelo con la finalidad de crear tierras cultivables.

Según Romero Peñaloza,<sup>7</sup> se conoce como *jollas* no sólo a las estructuras sobre las barrancas, sino a también a de-

1 Este ensayo se encuentra en Tomás Martínez (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. Volumen IV, *Técnicas y organización social*. Colegio de posgraduado, México, (en prensa).

2 Investigadores del Colegio de Postgraduados.

3 Anders, Ferdinand; Maarten Jansen y Gabina Aurora Pérez Jiménez (introducción y explicación), *Origen e historia de los reyes mixtecos. Libro explicativo del llamado Códice Vindobonensis*, FCE/ Sociedad Estatal Quinto Centenario (España)/adeva (Austria), México, 1992, p. 47.

4 García Hernández, Urbano y Cirilo Hernández Aquino, *Vocabulario Ngiba Ningaxingu*. CONACULTA-PACMYC, México, 2002.

5 *Enciclopedia de los Municipios de México: Oaxaca 2002* Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Oaxaca [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC\\_Enciclopedia](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia)

6 Jolla, con “ll”, ya que viene de “olla”.

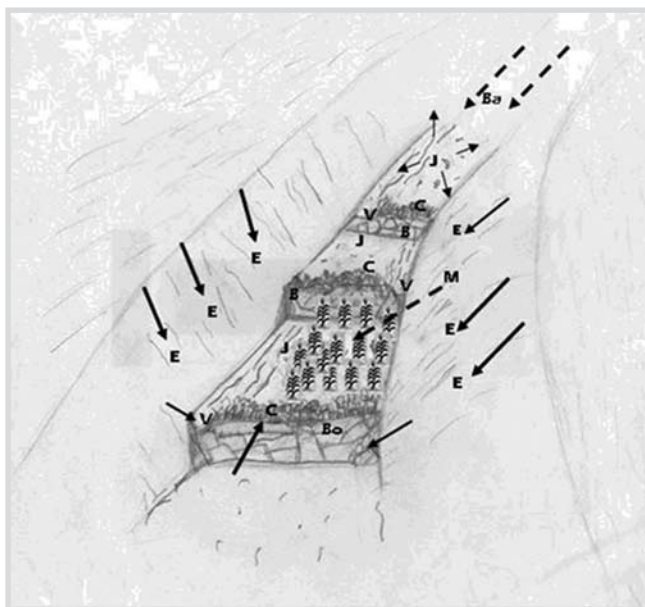
7 Romero Peñaloza, Jorge et al., *Diagnóstico de la producción agrícola de las mixtecas oaxaqueñas Alta y Baja*, Tomo II y III, Centro regional del sur, Universidad



presiones donde se acumula suelo de arrastre y se conserva humedad, donde también es posible sembrar maíz de cajete. Sin embargo, en San Miguel Tulancingo sus pobladores afirman que se les llama *jollas* solamente al espacio agrícola formado con suelo de arrastre y que éste puede ser de distintos tamaños, pero siempre sobre una barranca:

...una *jolla* siempre se va a hacer en una barranca, en una barranca que por naturaleza el agua haya creado, y ahí es donde ubicamos nuestras *jollas* para que el mismo arrastre que traiga el agua de lluvia se vaya acumulando... el suelo que arrastra ahí se va acumulando y ese es el suelo que usamos para los cultivos siempre, y por eso se eligen lugares donde hayan corrientes de agua, en una porque aprovechamos el suelo que el agua misma arrastra en época de lluvia, y en otra, porque aprovechamos la humedad residual que por la misma corriente de agua ahí va quedando...<sup>8</sup>

**Figura 1. Conjunto de jollas en una barranca**



Ba, barrancadas o avenidas; E, escorrentías laterales; B, bordo (muro de piedra o tierra); C, corona del bordo; V, vertedor o canaleta; J, jolla: área agrícola; M, se siembra con maíces de cajete.

Al describir el comportamiento de una *jolla*, sobre todo en comparación con el funcionamiento productivo de un suelo de temporal, queda claro en que sólo en este tipo de

espacios (las *jollas*) es posible la retención y almacenamiento de agua de lluvia:

...no se puede hacer "jolla" si no se puede atajar el agua ...pues el agua pasa y se va, y en las jollas pues eso es lo que lo ataja ...no se ataja el agua, sino porque se detiene más humedad...cuando se ponen piedras lo primero que se detiene es suelo porque ahí se detiene la tierra...<sup>9</sup>

En relación a la composición y dinámica del suelo en las jollas se afirma que:

...el tipo de suelo que generalmente predomina en una "jolla" es la arena –que ayuda a infiltrar- y conservar la humedad... pero una de las cosas importantes (...) en las jollas es que generalmente deben ser suelos arenosos, suelos arrastrados por el agua, si es suelo arcilloso el que está en la (superficie de la) "jolla" tiene menos posibilidades de retener humedad...<sup>10</sup>

## Antigüedad y origen de las jollas

Se han encontrado evidencias materiales del sistema *lama-bordo* o *jollas* en más de 4 000 sitios trabajados en la Mixteca, ubicado del Preclásico Tardío al Posclásico, etapa esta última en donde el sistema agrícola *lama-bordo* alcanza el mayor desarrollo. Los sitios más específicos para esta inferencia histórica se encuentran en Nochixtlán, Yucuhita, Teposcolula y Coixtlahuaca.<sup>11</sup>

Spores, considera a las *jollas* o *lama-bordo*, como creaciones o inventos indispensables en su momento para dar respuesta a la enorme presión demográfica, insuficiencia de suelos fértiles y la baja producción agrícola.<sup>12</sup>

...ampliaron su sistema de *lama-bordo*, para responder a la presión demográfica... los terrenos de los llanos, de la Mixteca (...) en Nochixtlán, (...) tuvieron que responder y adaptarlos bajo la presión demográfica que pesó mucho...

Autónoma Chapingo, México, 1986, p. 466.

8 Entrevista a Daniel Jiménez, 2005.

9 Entrevista a Cecilia Nieto R., 2004.

10 Entrevista al Dr. Raúl Nieto Ángel, 2005.

11 Entrevista a Ronald Spores, 2006.

12 Spores, Ronald (Traducción de Jodie S. Randal), "Asentamiento, tecnología agrícola y medio ambiente en el Valle de Nochixtlán", en *Suplemento Canícula*, año 2, núm. 13-14, 1986, Universidad Autónoma Chapingo, México, o "Settlement, farming technology and environment in the Nochixtlán Valley", en *Science*, vol. 166, núm. 3905, 1969, pp. 557-569.

y respondieron... con su invención del sistema *lama-bordo* en esta época, se usó mucho este sistema...<sup>13</sup>

Los actuales vecinos de San Miguel Tulancingo mencionan que las *jollas* siempre han estado en su pueblo y en su vida. Ya había *jollas* cuando ellos eran niños y cuando sus abuelos eran niños también. Sus padres y sus abuelos seguramente aprendieron de sus respectivos padres y ellos heredaron a su vez, el conocimiento y la técnica para hacer *jollas* en el fondo de las barrancas para poder sembrar maíces de cajete, que sólo se dan ahí, en ese tipo de tierra.

Las distintas actividades que los agricultores del pueblo realizan para generar suelos agrícolas, conscientemente están orientadas a aprovechar la erosión y los nutrientes que arrastran las corrientes o barrancadas en las cárcavas o cauces naturales mediante la construcción de *jollas* con muros de cantera que se han sustituido por la construcción con maquinaria pesada y cuyos muros son de tierra, a las que llaman *bordos* o *joyas de bordeo*.

## Las Co<sup>14</sup>, una larga sucesión de *jollas*

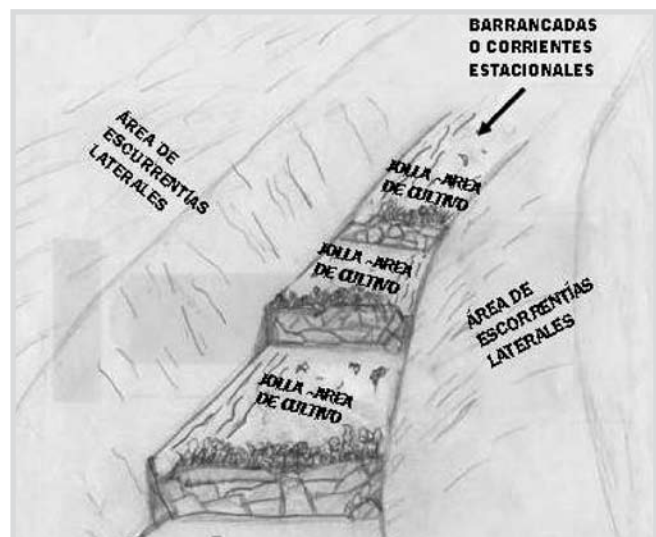
El sistema de *jollas* no se refiere a una pequeña superficie cultivada con maíz en el fondo de una barranca aislada. Se trata más bien de un sistema complejo de manejo de agua, suelos y especies vegetales que con el paso de los años puede generar superficies agrícolas de considerable dimensiones. El sistema de *jollas* modifica el paisaje natural para convertirlo en un paisaje antrópico de alto potencial productivo y estético que permite el arraigo en la región Mixteca (ver fotos).

A simple vista las *Co* de viejas *jollas*, se podrían confundir con largas calles o avenidas que se extienden más allá de nuestro enfoque óptico y que se pierden al enroscarse o bajar alrededor del pueblo o comunidad más cercana a ellas. Las viejas *jollas* han cedido o borrado sus anchos muros de piedras bajo toneladas de azolve, lama o suelo arrastrado por las corrientes de las lluvias a través de siglos.

Los conjuntos o *Co* de jóvenes *jollas* al inicio se ven como una alargada escalera de peldaños irregulares, como irregulares son las dimensiones de las barrancas en donde

fueron construidas. Las *jollas* de San Miguel Tulancingo son relativamente nuevas o “jóvenes” aunque algunas de ellas fueron construidas hace más de 100 años con canteras por los abuelos de los actuales dueños. La sucesión de *jollas* de San Miguel Tulancingo se observa desde lejos a manera de escalones, la distancia o límite entre un terreno agrícola y otro, que frecuentemente puede ser indicador de propiedades y propietarios distintos, cosa que no sucede en las *jollas* del Valle de Nochixtlán, en donde a primera vista y aún poniendo mucha atención, solamente se observa un sólo y único terreno agrícola alargado definido aparentemente por las curvas de nivel (ver fotos).

Figura 2. Jollas jóvenes de San Miguel Tulancingo, Oaxaca (15 a 100 años)



Se notan en el fondo de una barranca, se perciben los límites entre una y otra jolla, se notan los bordos o muros de piedra o tierra, tienen arbustos en las coronas de los muros, no son consecutivas.

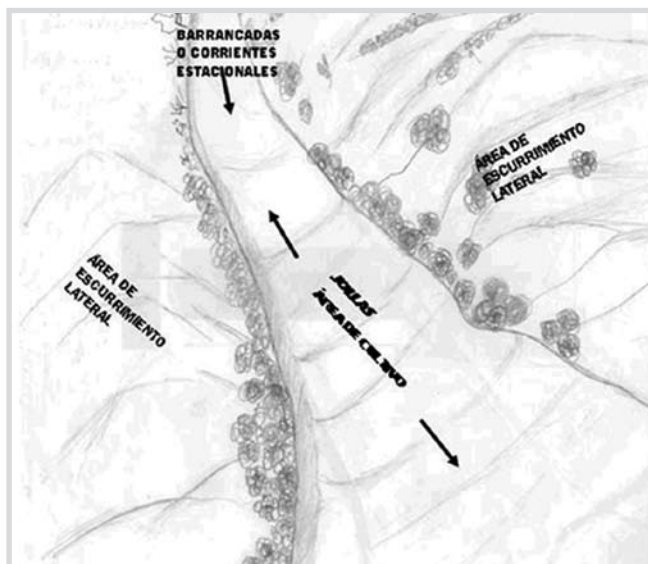
Foto 1. Jollas jóvenes de piedra en San Miguel Tulancingo (50-100 años)



13 Entrevista a Ronald Spores, 2006.

14 Los campesinos mixtecos de la región llaman “Co” o serpiente, en español, a la sucesión de *jollas* debido a la forma o aspecto que visualmente tienen.

Figura 3. Jollas viejas en el área de Nochixtlán



No se perciben con tanta claridad los límites entre una y otra jolla; se han suavizado los bordos o muros; sólo hay árboles en los costados de las jollas.

## Conocimiento tradicional e innovaciones tecnológicas de las jollas

Las *jollas* o bordos son construidos por iniciativa de sus propios dueños utilizando mano de obra familiar o con ayuda de los vecinos. Por lo general, cada quien hace sus propios bordos para su propio uso.

En la comunidad el conocimiento tradicional para la construcción de *jollas* hechas con piedra o cantera está depositado en las personas más viejas del pueblo. Debido a la migración constante de los hombres más jóvenes y la consecuente escasez de mano de obra, se han realizado adecuaciones y adaptaciones tecnológicas para la construcción de nuevas *jollas* o bordos.<sup>15</sup>

Hace alrededor de 15 años, se utilizó una máquina (buldózer) propiedad de la entonces SAGAR (Secretaría de Agricultura y Ganadería) de Oaxaca, para hacer bordos en la comunidad. El uso de la maquinaria no tuvo ningún costo ya que era propiedad del gobierno del estado y estaba en comodato. Los usuarios solamente tenían que pagar el combustible y los gastos del operador. Los operadores de la bulldózer fueron los hermanos Daniel y Baltasar Jiménez,

15 La mayoría de los jóvenes de la comunidad nunca han visto la construcción de una jolla desde su inicio. Sólo están familiarizados con el mantenimiento.

comuneros de San Miguel. Actualmente hay alrededor de 50 bordos de conservación de suelo construidos con las máquinas y se conservan un número igual de jollas, antiguas de piedra, hechas a mano.

El costo aproximado de una *jolla* hecha con maquinaria se ha calculado entre 40 000 y 50 000 pesos.<sup>16</sup> Ciertamente no se aprecia como un precio bajo ni muy accesible, sin embargo, afirman que aunque es mucho dinero en la comunidad, ésta es una opción y quizá la única forma en que actualmente se puede hacer una *jolla* o bordo, técnica que también requiere de etapas y varios años para su total construcción.

Un bordo o *jolla* construido con ayuda de maquinaria aparentemente resulta caro, pero es aún más caro aquel construido con únicamente mano de obra, la *jolla* construida con maquinaria requiere de menos tiempo y menos mano de obra, difícil de conseguir en San Miguel Tulancingo:

...últimamente las jollas se hacen con maquinaria... sale bastante caro, pero es mucho más fácil y más rápido. Yo, inicialmente intenté hacer mi bordo con piedra y sólo lo levanté solo como casi dos metros de la base, y me gasté, en ese entonces, como un millón de pesos... y me dije, no pues así no lo voy a hacer nunca...<sup>17</sup>

El señor Daniel Jiménez,<sup>18</sup> construyó su bordo con ayuda de la bulldózer. La *jolla* tardó once años en ser considerado un terreno agrícola. Cuenta que, en la primera etapa, cerró una parte de la barranca (un lado de la barranca) desviando la corriente de agua de lluvia con un vertedor hacia el lado contrario del cauce. Luego, cuando reunió más dinero cerró totalmente la barranca cambiando de lugar el vertedor. Actualmente, después de 15 años, la *jolla* "Ojo de Agua" o "El Espinal", es un espacio agrícola productivamente estable y "agrandado" por las corrientes de lluvias estacionales y el mantenimiento constante de su propietario.

Las dimensiones de una pared o bordo de *jolla*, están determinadas por la longitud de lado a lado y la profundidad

16 El costo calculado es un aproximado referido al valor total de un bordo o jolla de bordeado que incluye: el pago de jornales (50 pesos por día) al o los operadores de la máquina, el pago de combustible, de refacciones y/o reparaciones necesarias a la bulldózer y todo el trabajo humano realizado (variable para cada jolla y para cada familia) como mano de obra durante los años que tardó la jolla en ser considerada funcionalmente terminada y útil. Daniel Jiménez, operador entrevistado al respecto, no tiene registro del costo exacto por operación de la bulldózer ni de la mano de obra, pero considera, que a pesar de las diferencias físicas y materiales entre uno y otro bordo la cantidad señalada es un cálculo que puede resultar común a la mayoría de los bordos hechos hace 15 años.

17 Entrevista a Daniel Jiménez, 2001.

18 *Ídem*.

que tenga la barranca en el lugar seleccionado para construir una *jolla*. Las dimensiones de los muros y de los espacios agrícolas de las jollas de piedra no sólo son variables y diversos si no que además, generalmente son menores a las de los bordos o *jollas de borde*.

La explicación está en la edad o antigüedad de las *jollas* y por tanto, en relación a los dueños de las mismas, que son o fueron los más viejos o antiguos del pueblo (vivos o ya muertos en su mayoría), pero que fueron los primeros en elegir y solicitar los mejores espacios con potencial para crear un suelo agrícola: espacios menos profundos y/o más estrechos de las barrancas, los lugares más cercanos a la comunidad, los mejores ubicados para captar el azolve o suelos de arrastre de los cerros o lomas de la comunidad, condenada a desprender poco a poco su delgada capa fértil cada temporada de lluvia.

## Construcción, conservación y manejo de una jolla

La construcción de una *jolla* es diferente dependiendo si es de piedra o de tierra compactada. De acuerdo al criterio de los productores, el proceso de construcción se aprecia más en las estructuras de piedra. Pero invariablemente, para levantar un muro se elige un lugar sobre una barranca o cárcava con corriente de agua de lluvia en donde las dimensiones no sean excesivas.

Las *jollas* o *bordos* se pueden hacer de tierra compactada con ayuda de maquinaria o de piedra acomodada en forma totalmente manual. El proceso es, levantar sobre el cauce de una cárcava o barranca, una pared o bordo, en seco. Se va acomodando la piedra o tierra de manera que se cierre la corriente del agua en el cauce de la cañada, de modo que, cuando llueva el mismo suelo que es arrastrado por la corriente del agua de lluvia, se vaya deteniendo ahí, formando un depósito:

...el suelo viene arrastrándose en la cárcava en la época de lluvia... al estar tapada la corriente el agua se detiene, se va secando la tierra y se va acumulando, y el agua va saliendo... Cuando se levanta el "bordo" no existe suelo en la barranca...<sup>19</sup>

19 Ídem.

...no todas pueden estar en el mismo lugar o sobre una misma microcuenca. Se trata de aprovechar todas las microcuencas existentes, sobre todo aprovechar donde existan escurrimientos ricos en nutrientes o materia orgánica; por ejemplo donde haya material vegetativo o desechos animales que arrastrados por el agua de lluvia con suelos pobres se convierten en composición rica... donde hay peladero pero que pasa frecuentemente el ganado...<sup>20</sup>

Se elige un lugar en donde las "barrancadas" o corrientes no sean tan fuertes y que el material de arrastre de las escorrentías sea rico en nutrientes. El muro de una *jolla* siempre cuenta con una base muy amplia, una cortina en forma trapezoide, una corona, un vertedor o canal para desagüe. En su construcción debe considerar cierta inclinación para evitar que se lo lleve la corriente o "barrancada". Se debe calcular 1.5 m de inclinación por 1 m de altura. Por ejemplo a 9 m de altura final corresponde una base de 30 m de ancho aproximadamente.<sup>21</sup>

...la "corona" del bordo es la parte superior o lomo de la pared o muro construido para retener el suelo de arrastre... para evitar que la crecida de lluvia se lleve un bordo, éste debe de estar bien cimentado. La barranca, antes de hacer el cimientado del bordo, debe de estar limpia de matorrales y arbusto para que no quede hueco o poroso...de la misma manera, el material que se use en la construcción del cimientado y del bordo debe de estar limpio, sin impurezas para que la tierra que se use se compacte y se eleve bien... frecuentemente sucede que, cuando vienen las crecidas, si no se ha terminado de hacer el bordo y la tierra no está bien compactada, lo que está hecho se lo lleva la corriente por el peso del agua...<sup>22</sup>

La construcción de un vertedor o canal para el desagüe de la *jolla* garantiza que se evacue el excedente de agua acumulada en la superficie en menos tiempo, drenaje necesario para un mejor funcionamiento agrícola. En el primer año la estructura de la *jolla* se diseña en forma de columpio sin vertedor para que drene y hasta el año siguiente se le hace el vertedor. En los bordos o *jollas* de tierra el vertedor

20 Entrevista a Daniel Jiménez, 2005.

21 Ídem.

22 Entrevista a Daniel Jiménez, 2001.

siempre va a un lado sobre “tierra firme” (terreno que no es parte de la *jolla*),

...una vez que el bordo tenga el nivel que se desee... el vertedor debe de tener mínimo 1.50 m. de desnivel, aunque puede tener más desnivel, o sea que, la corona del bordo debe de estar 1.50 m más alto (o más) que el nivel del vertedor, para asegurar que va a aguantar la descarga de agua en la crecida... el nivel de la crecida es variable cada año de acuerdo a las lluvias que se tenga en la temporada. Con un bordo de conservación de suelo siempre se tiene el riesgo de que se lo lleve la corriente, sobre todo si es nuevo. Entre más viejo es el bordo mas “asentado” está y ya no hay tanto riesgo. Además, a un bordo se le da mantenimiento, en los lugares en que se va “asentando” la corona, se le va echando más tierra para tratar de mantenerla nivelada... en un bordo nuevo cada 4 o 5 años, la corona y el vertedor se debe de volver a elevar porque el azolve sigue subiendo...<sup>23</sup>

Se tiene la certeza de que los muros de piedra drenan mejor el exceso agua que los de tierra compactada. En tanto que las *jollas* con muros de tierra, conservan mejor y más tiempo la humedad. El muro de piedra, como ya lo hemos repetido, se hace a mano. Estos, no pueden ser muy altos porque se los lleva la corriente. En cambio, los muros de tierra hechos con máquina pueden ser muy altos, porque en principio, tienen una base mucho más ancha, “la base [de las *jollas*] es siempre más gruesa o ancha y debe terminar en una “corona” más angosta, que vista en forma transversal tendría la forma de una pirámide”.<sup>24</sup>

Al construirse un muro para *jolla* no se cuenta con suelo en el fondo de las barrancas. El sedimento y agua que recibe una *jolla* proviene principalmente de las “barrancadas” y de las escorrentías de las pendientes laterales y cercanas. El depósito de sedimentos que generan las escorrentías es acumulativo y el tiempo que tarda en funcionar como espacio agrícola es variable de acuerdo a la ubicación del lugar seleccionado, puede ser cultivable en dos o tres años o tardar alrededor de 10 años en llenarse, pero la altura de la corona debe ser aumentada cada año o a criterio del dueño de acuerdo a la acumulación de material o suelo. Con el tiempo, si el dueño de la *jolla* tiene interés y recursos, puede

construir una nueva *jolla* inmediatamente abajo, siempre abajo, que a la larga aumentará su espacio agrícola.

## Tipos de jollas

En San Miguel Tulancingo, en forma general y coloquial, todas las áreas agrícolas sobre las barrancas son *jollas*. Sin embargo, tradicionalmente se conoce y se le asigna el nombre de *jolla* particularmente a aquellas áreas de captación y retención de humedad y suelo, que se han formado a partir de levantar sobre las cárcavas un muro de piedras o canteras. A este tipo de muro y al área agrícola que se generó le llaman *jollas*. Aunque el suelo y humedad capturados en las distintas barrancas que circundan a la comunidad sirven para el mismo propósito, que es la siembra de maíces de cajete asociado a frijol enredador y calabazas, a los nuevos, construidos con maquinaria y tierra apisonada se les conoce como *bordos*, *joyas de borde*, *bordos de tierra* o *traviesas*.<sup>25</sup>

En otras comunidades cercanas a San Miguel Tulancingo les asignan distintos nombres a los muros y a esta sucesión de espacios agrícolas escalonados formados con azolve conocidos como *jollas*, tales como *muros de piedra*, *pretilos*, *camellones*, *aollados*, *ollas*, *terrenos enollados*; de la misma manera, en la bibliografía revisada, se encuentran los siguientes nombres regionales para este sistema o sistemas similares, a saber: *lama-bordo*,<sup>26</sup> *trincheras*,<sup>27</sup> *atajadizos*,<sup>28</sup> *camellones*,<sup>29</sup> *nateros*.<sup>30</sup>

En San Miguel pudimos observar que los habitantes distinguen los siguientes tipos de *jollas*: las *jollas* de piedra acomodada, que son las más viejas y están construidas totalmente a mano con *yetzas*,<sup>31</sup> en cooperación familiar y/o

23 *Ídem.*

24 *Ídem.*

25 Entrevista a L. Domingo Cipriano, 2003; Cecilia Nieto Rodríguez, 2004.

26 Spores, *op cit*, 1969.

27 Herold, Laurence C., “Trincheras and physical environment along the Rio Gavilán, Chihuahua, Mexico”, en *Publications in Geography Technical*, No. 65-1, Dept of Geography, University of Denver, 1970.

28 Johnson, K.J., *Do as the land bids. A Study of otomí resources – use on the eve of irrigation*, PhD Thesis, Department of Anthropology, Clark Univesity, Massachusetts, 1977.

29 Burgoa, Francisco, *Geografía descripción, I*, Publicaciones del Archivo General de la Nación, México, 1934.

30 Perdomo Molina, Antonio e Irene Dupuis, “Los nateros un sistema de recolección de agua adaptado a las zonas áridas y montañosas de Canarias”, en *Tenique* revista de cultura popular canaria, núm. 6, 2004, pp. 235-252.

31 La *Yetza* o *Guetza* forma parte esencial de la estructura social organizativa de la comunidad. Es una tradición de amplio espectro regional de cooperación voluntaria y ayuda mutua en la que participan hombres y mujeres de casi todas las edades sin más obligatoriedad que la costumbre y el compromiso comunitario, principalmente en pueblos de escasos habitantes de la mixteca oaxaqueña.

comunal. Las *jollas de borde* o *bordos de tierra compactada* construidas hace alrededor de 15 años con maquinaria pesada, son las más recientes, hechas de pura tierra y sin necesidad de *yetza*; y las que podríamos llamar como *mixtas*, son *jollas* que fueron construidas originalmente de piedra o cantera acomodada en forma manual y colaboración familiar y/o comunal y que, en la actualidad, se les coloca tierra encima de las piedras para aumentar la altura del bordo.

Entonces, el muro de las *jollas* de piedra o tierra, se construyen con el material que se encuentra en el lugar donde se construyen y la *jolla*, *olla* o terreno de cultivo se forma o crea con el suelo que se arrastra por las barracas. Vale decir que San Miguel Tulancingo está rodeado de “cadenas” formadas por *jollas* en una sucesión de espacios agrícolas que antes eran profundas barrancas, sobre todo en la parte Sur, Este y Norte del pueblo. Por tanto, el suelo o materia orgánica que se aprovecha en primer lugar, es la que viene de las partes altas como cerros y lomas del mismo pueblo y por supuesto, la que viene arrastrando la “barrancada” de otros lugares más lejanos todavía. Con las *jollas* “se evita que con la erosión, el poco suelo existente se vaya de la comunidad”.<sup>32</sup>

## Mantenimiento de las *jollas*

Todas las *jollas*, de cualquier tipo, necesitan de mantenimiento por parte de sus dueños:

- a. Reparar las partes que pudieran haberse dañado con las escorrentías de las lluvias pasadas,
- b. Ensachar o limpiar el vertedor para un adecuado drenaje del área de siembra,
- c. “Levantar” la corona de la *jolla*. Actividad particularmente importante no sólo porque permite la maduración de la *jolla* (el crecimiento o ensanchamiento de la misma) sino porque garantiza la fertilidad y riqueza del suelo que proporcionan las escorrentías estacionales, al ser retenido el azolve y nutrientes al chocar con la corona de la *jolla*, que es lo que posibilita que sea sembrada año con año con el mismo tipo de cultivos, y por último,
- d. Las *jollas* deben de tener mantenimiento continuo y ser trabajadas de preferencia cada año porque si no se “sella”, es decir se endurece el suelo. Esto es debido a que el material

de arrastre incluye también suelo arcilloso y acumulaciones calcáreas que cuando se secan forman caliche, material endurecido que localmente se conoce como endeque,<sup>33</sup>

... [El endurecimiento] pasa con cualquier suelo. Como es suelo fino es fácil que se compacte y fácilmente se llena de *chamizo* [spp arvenses]. Por falta de cultivos, al no trabajarse, no se retiene materia orgánica, entonces sólo queda el suelo más fino que se vuelve un colchón de suelo arcilloso que se compacta y no permite la infiltración del agua...<sup>34</sup>

## Tamaño y profundidad de los suelos en una *jolla*

El tamaño, profundidad y longitud de las *jollas*, como se ha manifestado, es variable y va a estar determinado por su ubicación geográfica, la amplitud de la barranca y la antigüedad que tenga. Se afirma que hay *jollas* que a pesar de que tienen más de 50 años de haber sido construidas la acumulación de suelo ha sido lenta (no cuentan con más de 5 o 6 metros de profundidad) y la expansión del área agrícola es reducida; en cambio hay *jollas* con menos tiempo de construcción con suelos de mayor profundidad (10-12 metros) y amplios espacios agrícolas (superficies de 1-1.5 ha).

## Posesión de las *jollas*

Las *jollas* en San Miguel Tulancingo, al igual que otras propiedades relacionadas con la tierra y el suelo agrícola se ubican en la figura jurídica comunal o de bienes comunales. El espacio para construir una *jolla* es asignada por las autoridades comunitarias mediante la solicitud previa de un área definida que interese a determinado individuo, tratándose siempre de un espacio sobre una barranca. Las joyas también pueden comprarse y venderse.

32 Entrevista a Daniel Jiménez, 2005.

33 Spores, *op cit*, 1969 y 1986.

34 Entrevista a Daniel Jiménez, 2005.

## Acceso al espacio para una *jolla* por derecho

- Siempre y cuando el solicitante sea miembro de la comunidad
- Que esté al corriente con las obligaciones comunitarias (tequios, comisiones, cuotas)
- Mediante una solicitud previa
- Demostrando con los colindantes, que el sitio solicitado no tiene dueño
- Pagando una cuota de 40 o 50 pesos por el acta de posesión

## Compra/venta de *jollas*

- A través de alguna persona que sea dueño de una *jolla* previamente asignada
- Ubicando comunitariamente al dueño y las colindancias de la *jolla* de interés
- Llegando a arreglos económicos individuales

Una vez cumplidos los requisitos previos, las autoridades de Bienes Comunes asignarán la *jolla* o barranca para construir una *jolla* a través de un acta que registra el nombre del solicitante, el nombre del paraje, las dimensiones, colindancias, fecha y cuota por acta. El área que las autoridades comunales asignan casi siempre es de 100 m de largo x 40 m de ancho (o el equivalente del ancho que tenga la barranca). Son consideradas como las mejores *jollas* aquellas que están ubicadas donde el suelo de arrastre es rico y arenoso, en donde el arrastre es uniforme, y en donde el agua se distribuye de manera uniforme sin encharcarse. Entre más grande sea el área y cuente con las características antes descritas, será considerada una mejor *jolla*.

## Organización social y labores comunitarias en las *jollas*

Mediante el código social de "...yo te doy y tú me das... yo te ayudo, después tu me ayudas..." o la llamada "*mano vuelta*", en actividades familiares o comunitarias relacionadas con actividades festivas, luctuosas y agrícolas, es posible la fiesta y la producción agrícola representada de manera importante por los maíces de cajete. La *yetza* o *guetza* es

quizá, en San Miguel Tulancingo, la forma de organización y cooperación intra, extra e intercomunitaria más eficiente. Pero una *yetza* en general necesita de la participación grupal amplia de los miembros de la familia o de la comunidad.

La construcción y mantenimiento de una *jolla* requiere de la cooperación de los hombres de la comunidad, de la *yetza*, sobre todo de los hombres jóvenes, a lo largo del tiempo. La siembra de los maíces de cajete también requiere de trabajo en cooperación, ya que:

- a. La totalidad de las labores se realiza con técnicas tradicionales manuales y con arados tirados por bueyes
- b. Las actividades en una *jolla* empiezan en diciembre-enero y terminan en septiembre-noviembre debido a que son semillas de ciclo largo
- c. Las labores culturales son mayores en las *jollas* que en el cultivo de los maíces de temporal,
- d. Los maíces de cajete se siembran antes del periodo de lluvia ya que se debe de aprovechar la humedad residual del ciclo anterior
- e. La siembra y la cosecha se lleva a cabo entre varios individuos (de 8 a 15 personas) de preferencia en un solo día.<sup>35</sup>

## Abandono de las *jollas*

Actualmente en la región mixteca es alarmante el abandono de construcción, mantenimiento y siembra en *jollas* con la consecuente pérdida del conocimiento tradicional y las semillas seleccionadas por generaciones para este sistema.

Para tratar de entender el aparente abandono de la producción en *jollas* en la región se indagó en 12 comunidades aledañas a San Miguel Tulancingo. En la mayoría de los pueblos visitados los productores reconocieron que en su comunidad había *jollas*, pero que actualmente es un sistema en desuso.

Los motivos que señalaron fueron principalmente:

- Que no llueve suficiente y que no se cuenta con suficiente humedad por lo que los suelos se ponen muy duros;
- Que se ha perdido la semilla;

35 La siembra del maíz de cajete y la pixca del mismo se efectúa mediante la figura organizativa de *Yetza* o *Guetza*, debido entre otras cosas a que dichas actividades requieren de gran cantidad de fuerza de trabajo y mano de obra y de actividades puntuales que deben de ser realizadas en periodos de tiempo específicos y muy breves, generalmente en un solo día.

- Que es demasiado trabajo y ya no hay quién las trabaje
- Que ya no hay suficientes hombres
- Que ya no hay yuntas
- Que se ha perdido el conocimiento

## El sistema agrícola de humedad y los maíces de cajete

El sistema agrícola “de humedad” en San Miguel Tulancingo, consiste en aprovechar la humedad residual del suelo de las *jollas* al final del periodo de lluvias de verano y otoño, para ser utilizadas en la agricultura, principalmente en la siembra de maíces de cajete. El sistema de humedad para la siembra de maíces de cajete se realiza en suelos profundos (antroposoles) creados ex profeso para este fin, con el azolve que origina el arrastre de las lluvias sobre cárcavas o barrancas, conocidos como *jollas*.

Al sistema de humedad también se le conoce como de “cajete” o “picado” debido a la forma de siembra, que consiste en excavar con la medialuna de la pala de cajete, una pequeña fosa o “cazuela” de aproximadamente 30 o 40 cm de diámetro con 10 a 30 cm de profundidad que se le denomina “cajete”. Una vez encontrada la humedad en el cajete, con el otro extremo de la pala se “pica” al centro haciendo un pequeño hoyo en donde se depositan las semillas. Este sistema, ha sido ideado por los campesinos de la región, para aprovechar la humedad residual de los suelos y para contrarrestar los riesgos de las cosechas en suelos pobres y los malos temporales, ya que garantiza a los campesinos la cosecha anual de maíz, de gran importancia para su dieta alimenticia y su economía familiar.

En la subregión Mixteca Alta (distritos de Nochixtlán, Tlaxiaco, Teposcolula y Coixtlahuaca), anualmente se siembran alrededor de 10 mil hectáreas de maíz de cajete en terrenos planos y profundos generados en las *jollas* (Campos de Jesús, 1986:2). Debido a que las *jollas* reciben los escurrimientos de las lluvias de temporal ricos en nutrientes, pueden ser sembradas todos los años, a diferencia de los cultivos en terrenos delgados de temporal en donde se realiza por “año y vez”.<sup>36</sup>

36 El cultivo de maíz de humedad, después del de temporal, es el segundo sistema de importancia en la Mixteca Oaxaqueña, particularmente en la Mixteca Alta, véase Romero Peñalosa, Jorge et al., *Diagnóstico de la producción agrícola de las mixtecas oaxaqueñas Alta y Baja*. Tomo II y III, Centro regional del sur, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1986, p. 498.

Este sistema de siembra es considerado seguro aún en años de escasas y erráticas lluvias, debido a dos cosas esenciales: primero, a que el cultivo se realiza en suelos captados en las *jollas* o bordos, espacios agrícolas construidos o diseñados como “trampas” para capturar suelos de arrastre que con el paso del tiempo tendrán la profundidad suficiente para a su vez “atrapar” o retener agua de lluvia que será utilizada posteriormente como humedad residual; y al uso de variedades de maíces criollos, que desde tiempo inmemorial han sido seleccionadas y adaptadas a las condiciones ambientales locales. Así, se tienen variedades de diversos colores, tamaños, formas de mazorcas y ciclos vegetativos. La variación en las fechas de siembra se ven más influenciadas por el periodo de incidencia de heladas del lugar, la disponibilidad de humedad residual en el suelo, el tiempo en que regularmente inicia el temporal y de la disponibilidad de mano de obra para realizar dicha práctica, que por el inicio del presente periodo de lluvia.

## Labores culturales

En torno al sistema de cajete en *jollas* se realizan una serie de labores culturales, casi siempre en colaboración familiar o comunitaria, la *yetza* o *guetza*.

Las labores culturales más frecuentes en el cultivo de los maíces de cajete son las siguientes:

- **Barbecho.** Se le da este nombre a la preparación o roturación del suelo. Labor realizada por los hombres. Se voltea la tierra con arado de yunta o con tractor para que se “oree el suelo” y “suba la humedad”. Se realiza en los meses de diciembre-enero, “para que el frío mate a las plagas que pueden estar en el suelo... si llovió mucho hay que esperar a que seque un poco porque el suelo se vuelve pesado y si se deja pasar mucho tiempo se vuelve muy compacto y en ambos casos es difícil trabajarlo y hay que usar tractor...”<sup>37</sup>
- **Recorte.** Esta labor es realizada en diciembre-enero, sólo por hombres, 15 o 20 días después del barbecho, para deshacer los terrones o “terremotos” que se formaron con el barbecho y evitar que se endurezcan demasiado al secarse. Se recomienda hacer uno o hasta tres recortes “porque el suelo se vuelve mejor... el suelo responde mejor” (aunque

37 Entrevistas a Daniel y Baltasar Jiménez, 2004-2005.



conscientemente no lo saben, esta actividad permite que el suelo se airee al espolvorearse). Esta labor se realiza con arado de madera tirado por bueyes.

- **Rayada.** Esta actividad se realiza dependiendo de cuándo decide cada quien sembrar. Generalmente se hace una semana antes, y algunas personas hasta 4 o 5 días previos a la siembra. Se marcan con el arado, “rayas” o líneas parecidas a los surcos que sirven únicamente de guía para la orientación de los cajetes. La labor es realizada por los hombres con arado de madera y bueyes un poco antes de sembrar (finales de enero-abril).
- **Cajeteada.** Se llama así a la siembra de maíz o milpa en hoyos o cajetes de entre 30 a 40 cm de diámetro con una profundidad de entre 10 o 30 cm para depositar los granos. Se realiza 3 días o una semana después de la rayada. Aunque algunos llegan a sembrar hasta un día después de la rayada, se afirma que lo conveniente es dejar pasar unos 3 días como mínimo para que la humedad se haga uniforme en la *jolla*. Es considerada una de las actividades más pesadas en el sistema de cajete. La siembra de cajete se realiza utilizando una pala de cajete, el sembrero y los sembradores. Si hay poca humedad el cajete es muy profundo y entonces hay más distancia entre cajete y cajete. Si la humedad es buena, se acorta el espacio entre cajetes. La siembra se hace de preferencia en un solo día y los cajetes se escarban al momento de la siembra en los meses de enero-abril.
- **Labra.** Se realiza dos ó dos y medio meses después de la siembra de los maíces de cajete, con arado de madera tirado por yunta de bueyes. Sirve para “aflojar la raíz del maíz y que agarre más fuerza... porque ayuda a que suba la humedad... y para arrimarle tierra a la planta para que no se caiga con la lluvia...”<sup>38</sup> Esta labor es casi siempre es realizada por una sola persona y una vez efectuada, los cajetes o cazuelas desaparecen y el cultivar toma el aspecto de un terreno con surcos.
- **Encajonada.** Tiene una función parecida a la labra y también se realiza con yunta, pero sirve específicamente para acercarle más tierra a las plantas de maíz, se practica sobre todo, en las *jollas* en que las pendientes cercanas no tienen suficiente suelo o materia orgánica que pudiera ser

arrastrado por las escorrentías, por lo que, no todos los campesinos realizan esta actividad. Algunos productores piensan que tanto la labra como la encajonada se debe de realizar siempre, independientemente del arrastre de azolve porque de esta manera se obtiene una mejor producción, y llegan a considerar como “personas flojas” a los que no las llevan a cabo. La encajonada al igual que la rayada, forma surcos y borra totalmente los cajetes. Se lleva a cabo 20 días después de la labra

- **La pizca.** Se llama *pizca* a la cosecha de la milpa o maíces de cajete. Esta actividad, al igual que la de la cajeteada o siembra se realiza de preferencia en un solo día o dos máximo, con la colaboración familiar o comunitaria de hombres y mujeres a través de la *yetza* o *guetza*, en la que los hombres más jóvenes cortan con machetes las espigas, los más viejos y las mujeres separan o *pixcan* (arrancan) las mazorcas con un *pixcador* de madera para luego colocarlas en recipientes (cubetas y costales) para el posterior traslado al hogar.
- **Selección de semillas.** La realizan preferentemente las mujeres (octubre-diciembre), una vez que está seco el maíz. Se seleccionan las mejores semillas de las mejores mazorcas de acuerdo a un criterio familiar específico: las mejores, se escogen y guardan los granos más largos o más gruesos, siempre los más sanos, cuidando que al desprenderse de la mazorca conserven intacto el embrión o cabeza de la semilla para garantizar su viabilidad, utilizando casi todas los granos de la mazorca seleccionada a excepción de los de la punta. Las semillas son seleccionadas y guardadas año con año, para ser vueltas a sembrar, por lo que las variedades mejoradas por los campesinos pueden tener más de 50 años en cada grupo familiar.

## Conclusiones

El sistema de producción en *jollas* al crear y generar suelos e infiltrar agua de lluvia, cumple además, funciones medio-ambientales, ya que permite la regeneración de acuíferos y de la flora y fauna local y regional, aspecto no considerado aún, en los estudios realizados.

La construcción de *jollas* o bordos como terrenos de labor, es utilizada para el cultivo de humedad de los llamados maíces de cajete, lo que convierte a las *jollas* en la principal opción para desarrollar el cultivo de la milpa como agricul-

38 Entrevista a Lorenzo Jiménez, 2005.

tura de autoconsumo ya que posee suelos agrícolas, ricos en nutrientes, profundos y de una composición ideal para almacenar humedad del agua de lluvia estacional.

El abandono de una *jolla* puede significar muchas cosas: falta de mano de obra (migración), falta de disponibilidad de tiempo, insostenibilidad agrícola, insuficiencia alimentaria, abandono o falta de inclusión en las políticas agrícolas nacionales, sustitución de un sistema agrícola por otro que requiera menos esfuerzo (las *jollas* están siendo sembradas como terrenos temporales), pero en cualquier caso conlleva la consecuente pérdida del conocimiento tradicional y del germoplasma vegetal de variedades adaptadas.

## Entrevistas

- **Cipriano, Domingo.** Campesino de San Miguel Tulancingo, 2003.
- **Jiménez, Daniel.** Campesino de San Miguel Tulancingo, dueño de *jollas* o bordos de tierra compactada. San Miguel Tulancingo, 2001-2006.
- **Jiménez, Lorenzo.** Campesino de San Miguel Tulancingo, dueño de *jollas de piedra*, 2004-2006.
- **Nieto R., Cecilia.** Vecina de San Miguel Tulancingo, dueña de *jollas de piedra*, 2004-2006.
- **Nieto Ángel, Raúl.** Profesor investigador de la Universidad Autónoma Chapingo y originario de San Miguel Tulancingo, Oax., 2004.
- **Spores, Ronald, Dr.** Especialista en estudios de la Mixteca Oaxaqueña, Oaxaca, Oax., 2006.

## Glosario

- **Caliche.** Masa o costra que se desprende de las paredes o rocas en la barranca con altos contenidos de cal. Mineral o suelo que contiene mucha cal y que se endurece con el sol al perder humedad.
- **Endeque (o caliche).** Nombre local o regional con que se conoce el caliche.
- **Jollas (de olla).** Espacio agrícola generado sobre las barrancas, por los campesinos mixtecos de San Miguel Tulancingo, a partir de captar suelo de arrastre de las escorrentías de agua de lluvia estacionales.
- **Peladero.** Se refiere a la falta de vegetación que tienen los cerros o pendientes que circundan una *jolla*, ya sea por erosión natural o provocada.

# Captación de agua de lluvia y retención de suelo en *jollas* en el parte aguas de las cuencas de los ríos Actopan y Amajac

Emmanuel Galindo Escamilla<sup>1</sup>

## Introducción

El control, retención y almacenamiento del agua de lluvia, ha sido una de las opciones más utilizadas para el abasto de agua tanto para el consumo humano y animal como para la producción agrícola en las regiones de climas secos o semisecos que carecen de corrientes o cuerpos de agua superficiales.<sup>2</sup> Las soluciones tecnológicas tradicionales para el control y almacenamiento del agua de lluvia a emplear en la producción agrícola o el uso doméstico son diversas. Desde las técnicamente más simples y temporales como colocar cercas de ramas sobre el curso de un arroyo seco para desviar las avenidas de aguas broncas e introducirla a las parcelas,<sup>3</sup> hasta las más complejas y permanentes como el control de inundaciones para el entarquinamiento mediante cajas de agua y cultivar con la humedad residual,<sup>4</sup> o el control y conducción de escorrentía para su almacenamiento en los pequeños reservorios conocidos como *jagüeyes* donde a lo largo del año se extrae agua para los quehaceres domésticos o abreva de ganado.<sup>5</sup>

Como una contribución al conocimiento de la dispersión territorial y uso actual de técnicas tradicionales para la captación de lluvia. Este ensayo tiene como objetivo, documentar la presencia y uso actual de *jollas* en el estado de Hidalgo. La zona de referencia es la que conforma el parte aguas de las cuencas pertenecientes a los ríos Actopan y Amajac.

## Las *jollas*: breve descripción

La *jolla* es una técnica hidráulica para retener en los lechos de arroyos secos o barrancas el agua y suelo que arrastra consigo la escorrentía al suceder una lluvia torrencial.

La característica distintiva de ésta tecnología es la construcción -con piedras acomodadas o tierra compactada- de una serie de cortinas dentro de los lechos de arroyos secos, cortinas que sirven como barrera para retener la escorrentía y suelo que se dirige aguas abajo. El suelo que se retiene dentro de cada *jolla*, la materia orgánica y la humedad residual que se queda una vez que el agua se ha secado, son el sustrato para el cultivo de maíz.

Una de las descripciones más completas a cerca de las *jollas*, su productividad para el cultivo de maíz, y la organización social para su construcción es la realizada por Rivas et al,<sup>6</sup> quienes señalan que en la región conocida como la Mixteca se han identificado más de cuatro mil sitios arqueológicos con presencia de dicha tecnología hidráulica, sitios arqueológicos que corresponden a un periodo que abarca del preclásico tardío al posclásico. Del uso actual de las *jollas* en la Mixteca y con datos de campo se define técnicamente a una *jolla* como el conjunto de seis elementos: la barranca

1 Postgrado en Antropología Social CIESAS-D. F.

2 Velasco Molina, Hugo, "Fuentes de agua de consumo humano en el medio rural de los semidesiertos mexicanos", en *TERRA*, Volumen 13, Número 4, 1995, México, pp. 427-438.

3 Ávila Castillo, Cirila y Jacinta Palerm, "Cercas y muros de piedra para el manejo de barrancadas y aprovechamiento de paja de río", en Palerm, Jacinta (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. Vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, Colegio de Postgraduados, México, 2002, pp. 187-195.

4 Palerm, Jacinta y Martín Sánchez, "Entarquinamiento en cajas de agua y otras técnicas hídricas", en Palerm Jacinta (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. Vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, Colegio de Postgraduados, México, 2002, pp. 77-115.

5 Guzmán, María de los Ángeles y Jacinta Palerm, "Los jagüeyes en la región de los Altos Centrales de Morelos", en *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, Año 10, Número 29, 2005, CONAGUA-Ciesas, México, pp. 21-26; Galindo Escamilla, Emmanuel, J. Palerm, J. Tovar y R. Rodarte, "Organización social en la gestión de una fuente de agua: los jagüeyes", en *AGROCIENCIA*, Volumen 42, Número 2, 2008, México, pp. 233-244.

6 Véase Rivas, María, B. Rodríguez y J. Palerm, "El sistema de jollas una técnica de riego no convencional en la Mixteca", en este mismo número.

sobre la que se construye la cortina que impide el paso de la escorrentía, las escorrentías laterales, la cortina o bordo que se construye con piedra acomodada o tierra compactada, el vertedor o canaletta que facilita drenar los excesos de escorrentía, y el área agrícola para el cultivo de maíz a la que le asignan el nombre de *jolla*. Estos autores señalan que al conjunto de “jollas” sucesivas que se construyen al fondo de una misma barranca los pobladores de la Mixteca les han denominado “Co”, palabra que traducida al español significa serpiente, lo anterior, porque un sistema de *jollas* visto en su conjunto semeja una serpiente.

Con la descripción anterior y de acuerdo con lo observado en el parte aguas de los ríos Actopan y Amajac en el estado de Hidalgo, se puede asegurar que la tecnología empleada por los pobladores locales corresponde a la denominada como *jollas* en la Mixteca, y es conocida como *cajetes* o *bordos* en los municipios del estado de Hidalgo por los que cruza el parte aguas de los ríos Actopan y Amajac.

A lo largo del parte aguas de los ríos Amajac y Actopan la diferencia de nombre entre *bordo* y *cajete*, se debe a que el primero de éstos se construye únicamente con tierra mientras que el *cajete* es una barda a base de piedras acomodadas unas sobre otras. La altura de los *bordos* y *cajetes* encontrados en el estado de Hidalgo oscilan entre uno y tres metros, mientras que su longitud está en función de lo ancho que esté el arroyo seco o barranca donde se construyen los *cajetes* o *bordos*. Como indican los habitantes de la zona, la altura de los *bordos* y *cajetes* depende de la cantidad de azolve que halla acumulado la escorrentía, ya que una vez que el suelo y materia orgánica ha llegado al nivel de la cortina de piedra o tierra que impide su paso, es necesario incrementar la altura de la cortina para seguir acumulando suelo y humedad y para evitar que la fuerza de la escorrentía arrastre consigo la cortina.

## Las jollas en el parte aguas de los ríos Actopan y Amajac

### Los ríos Actopan y Amajac

El agua superficial que se concentra en la totalidad del territorio que conforma el estado de Hidalgo se drena hacia los ríos Pánuco y Tuxpan. Dentro de la cuenca alta del Pánuco, en la Región Hidrológica RH-26, se encuentran los ríos Actopan y Amajac que son tributarios del Tula y el

Moctezuma respectivamente.<sup>7</sup> Desde su nacimiento en la Serranía de Pachuca los ríos Actopan y Amajac comparten el mismo parte aguas. El parte aguas que comparten estos dos ríos se extiende en dirección sur-norte por un espacio que alcanza los 55 kilómetros lineales y comprende parcialmente los municipios de San Agustín Tlaxiaca, El Arenal, Actopan, Santiago de Anaya, Ixmiquilpan y Cardonal, hasta llegar al final de la cuenca del río Actopan en las elevaciones conocidas como Cerro Santuario al norte de la cabecera municipal de Cardonal.<sup>8</sup> El parte aguas de las cuencas del río Actopan y del río Amajac mantiene una altura decreciente desde su inicio en la Serranía de Pachuca con una altura máxima de 2 600 msnm, baja a los 2 560 msnm en el municipio El Arenal, a 2 450 msnm en el municipio Santiago de Anaya y termina en los 2 400 msnm en el Cerro Santuario. Sobre la línea divisoria del parte aguas de las dos cuencas señaladas corre la isoyeta de los 700 milímetros de precipitación, al este del parte aguas y que corresponde a la cuenca del río Amajac se encuentra la isoyeta de los 800 milímetros y al oeste, dentro de la cuenca del río Actopan, se encuentra la isoyeta de los 600 milímetros de precipitación al año. La temperatura a ambos lados del parte aguas tiene un promedio de 16° C.<sup>9</sup>

El río Actopan se origina al norte del poblado de Tilcuautla en la Sierra de Pachuca, es de cauce reducido y poco profundo, en su trayecto en dirección hacia el noroeste éste río atraviesa la sierra de Chicavasco y se introduce a la región conocida como Valle del Mezquital, el río Actopan termina al norte de la ciudad de Ixmiquilpan y descarga sus aguas al caudal del río Tula. En la ladera oriental de la Sierra de Pachuca nace el río Amajac, el cual tiene un cauce angosto y encañonado, durante su trayecto recibe agua de sus afluentes Arroyo Hondo, El Río Grande, El Carrizal, Quetzalapa, y Metztlán.<sup>10</sup> Hacia el oeste del parte aguas que corresponde a la cuenca del río Actopan y al este que corresponde a la cuenca del río Amajac, se localizan poblados que administrativamente pertenecen a los municipios San Agustín Tlaxiaca, El Arenal, Actopan, Santiago de Anaya, Cardonal en Ixmiquilpan, municipios donde se observó la

7 INEGI, *Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, F14-11 (Pachuca)*, Escala 1:250 000, INEGI, México, 2003 a.

8 INEGI, *Carta Topográfica, F14-11 (Pachuca)*, Escala 1:250 000, INEGI, México, 2003 b.

9 *Ídem*.

10 Camargo Cruz, Timoteo (2000), *Inventario de aguas superficiales del estado de Hidalgo*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

presencia y uso actual de las *jollas* para el cultivo de maíz (ver fotografías 1-3).

**Fotografía 1. Vista superior de dos *jollas* sembradas con maíz**



Fuente: Tomada en Hermosillo, Municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo, julio de 2008.

**Fotografía 2. Vista frontal de una *jolla* sembrada con maíz**



Fuente: Tomada en Fray Francisco, Municipio del El Arenal, Hidalgo, julio de 2008.

**Fotografía 3. Vista de una *jolla* localizada en la parte alta (inicio) de un arroyo seco**



Fuente: Tomada en Emilio Hernández, La Florida, Municipio del Cardonal, Hidalgo, agosto de 2008.

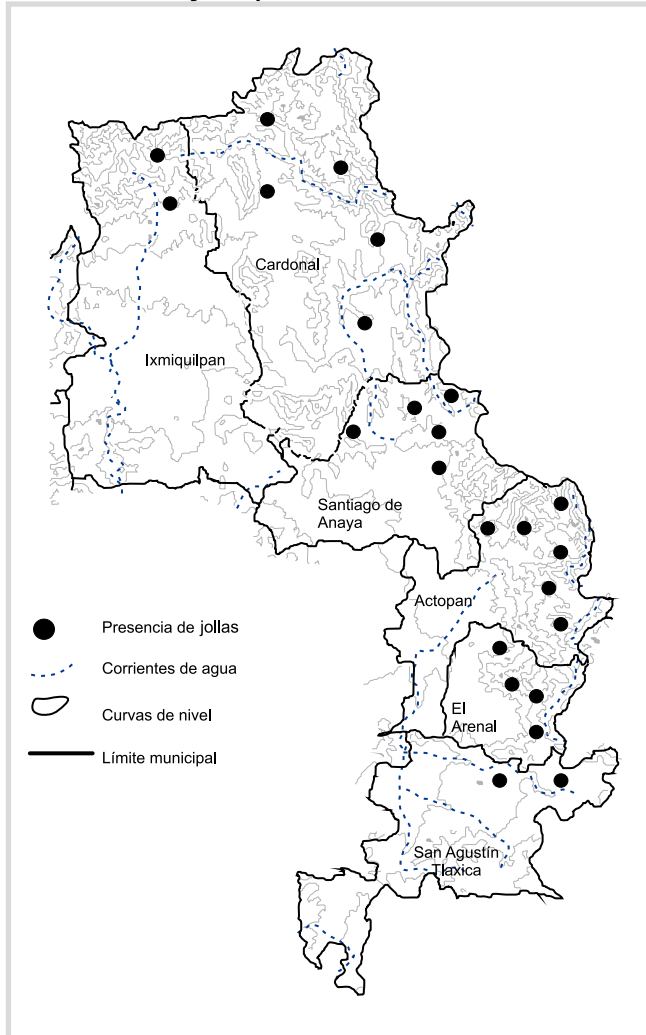
## **Distribución de las *jollas* en el parte aguas de los ríos Actopan y Amajac**

Durante un recorrido de campo por el parte aguas de los ríos Actopan y Amajac, de agosto-septiembre de 2008, se detectó la presencia y uso de las *jollas* para el cultivo de maíz en veintitrés localidades pertenecientes a los seis municipios por los que cruza dicho parte aguas.

Al oeste del parte aguas, desde donde inicia la cuenca del río Actopan hasta donde termina, los poblados donde se observó la práctica del cultivo de maíz en *jollas* son, Santa María (perteneciente al Municipio de San Agustín Tlaxiaca), Fray Francisco, San Jerónimo, El Rincón, y El Meje (pertenecientes a El Arenal), La Estancia y El Sitio (pertenecientes a Actopan), Santiago de Anaya, Hermosillo, y El Palmar (pertenecientes a Santiago de Anaya), Cardonal, Santuario, San Antonio Sabanillas, y El Botho (pertenecientes a Cardonal), El Olivo y El Espíritu (pertenecientes a Ixmiquilpan).

Hacia el este del parte aguas y dentro de la cuenca del río Amajac, los poblados donde se practica el cultivo de maíz en *jollas* son, San Andrés, Santa María Magdalena, Plomosos, y El Saucillo (pertenecientes a Actopan), Fontezuelas, Emilio Hernández La Florida, y El Cubo (pertenecientes a Cardonal). La distribución espacial de las *jollas* a lo largo del parte aguas se ilustra en la figura 1.

**Figura 1. Municipios del parte aguas de los ríos Actopan y Amajac donde se usan las *jollas* para el cultivo de maíz**



Fuente: Elaboración con base a datos de campo, trazado sobre Carta Topográfica 1:250 000, F14-11, INEGI, México, 2003.

## Consideraciones finales

La presencia y uso actual de las *jollas* como sistema de captación de agua de lluvia y retención de suelo y humedad en el parte aguas de los ríos Actopan y Amajac en el estado de Hidalgo, lleva a preguntarse acerca de la importancia de ésta técnica tradicional en la parte alta de la región conocida como Valle del Mezquital, región que comprende, entre otros, a los municipios de San Agustín Tlaxica, El Arenal, Actopan, Santiago de Anaya, Ixmiquilpan y Cardonal, municipios para los cuales aquí se documentó el uso actual de las *jollas*.

Con lo expuesto en el documento, resulta inquietante la presencia de ésta técnica tradicional en la zona del Alto Mezquital, a la cual históricamente se le ha ligado con la escasez de agua para la producción agrícola y la ausencia de corrientes de agua superficiales.

Como dato adicional es necesario señalar que en gran parte de la zona del estado de Hidalgo donde se identificó la presencia de *jollas*, el regadío con las aguas residuales provenientes de la Ciudad de México y Zona Conurbana ha llamado la atención de los estudiosos, dejando al margen el estudio de las pequeñas obras para manejo de agua para la agricultura o para agua potable. Pequeñas obras que vistas a lo largo de territorios mayores es posible que tengan un alto impacto regional.

Finalmente y en el marco de la actual discusión del manejo integrado de las cuencas hidrográficas, se puede asegurar para la zona descrita, la parte alta de las cuencas de los ríos Actopan y Amajac, que los pobladores locales poseen un conocimiento tradicional para el manejo eficiente de las pequeñas cuencas en las que se localizan sus *jollas*.

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

Emmanuel Galindo Escamilla<sup>1</sup>

Jacinta Palerm

Jorge Leonardo Tovar Salinas

Raúl Rodarte García<sup>2</sup>

## 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,<sup>3</sup> 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.<sup>4</sup>

Como han documentado algunos autores, en México, desde la época prehispánica se tenían obras hidráulicas para el control, transporte y distribución del agua,<sup>5</sup> 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.<sup>6</sup>

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."<sup>7</sup>

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.<sup>8</sup> 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-Molina<sup>9</sup> 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.<sup>10</sup>

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.<sup>11</sup> 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."<sup>12</sup> 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.<sup>13</sup>

### 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.<sup>14</sup>

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.<sup>15</sup>

### **Buscando la organización social en torno a los jagüeyes**

Kelly<sup>16</sup> 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."<sup>17</sup>

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 km<sup>2</sup>,<sup>18</sup> una precipitación promedio de entre 500 a 600 mm/año, y un coeficiente de escurrimiento (Ce) con valores máximos de 10% a 20%.<sup>19</sup>

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 km<sup>2</sup>.<sup>20</sup>

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](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 Mm<sup>3</sup>/año para el Acuífero Cuautitlán-Pachuca,<sup>21</sup> mientras que para el Acuífero Tecocomulco hay un balance favorable de 14.141 Mm<sup>3</sup>/año.<sup>22</sup>

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

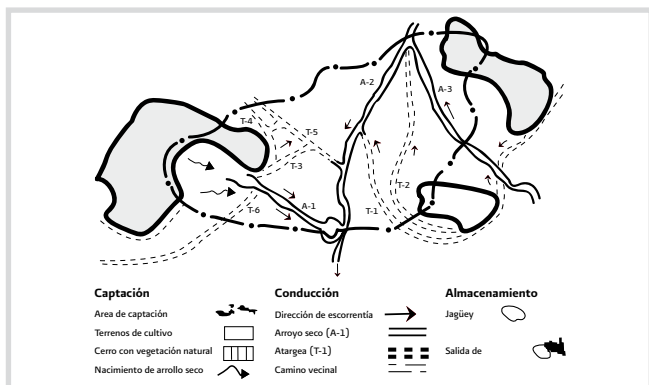
Se integra por laderas de cerros y lomeríos cubiertos por la vegetación característica de la región (matorral xerófilo, magueyes, nopales, yucas) o que han sido abiertas al cultivo de cebada, y por parcelas localizadas en planicies con pen-

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

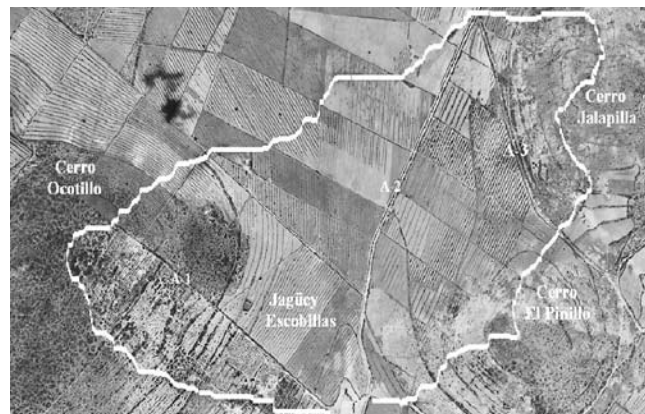


Cerro Colorado, Zempoala, Hgo. (E. Galindo, 2006)

### 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 m<sup>3</sup> de escorrentía al año, de la cual se retiene y almacena sólo el 16.71 % (191 860 m<sup>3</sup>) 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 <sup>2</sup> )	Ce (l/m <sup>2</sup> )	Captación potencial (m <sup>3</sup> )	Forma obra de almacenamiento	Medidas obra de almacenamiento* (m)	Captación y almacenamiento real (m <sup>3</sup> )	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	---	---	---	---	---	---
<b>Totales</b>	<b>15 311 250</b>	<b>75</b>	<b>1 148 344</b>			<b>191 860</b>	<b>16.71</b>

\* 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 m<sup>3</sup>/año por cada *jagüey* (191 860 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup> 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.

# Limitantes técnico-constructivas, socioeconómicas, culturales y políticas en la construcción de bordos en tres comunidades del río Temascalí, estado de Guanajuato

Gaiska Asteinza Bilbao<sup>1</sup>

Mercedes Jiménez Velázquez<sup>2</sup>

## Introducción

La Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Rural del estado de Guanajuato (SEDARG) en 1996, establece el Programa Estatal de Bordería con el propósito de aumentar la capacidad de almacenaje de agua de lluvia para fines múltiples en áreas de ganadería extensiva. En 1999 se intensifica en la parte alta del río Temascalí, municipios de Salamanca e Irapuato. En el 2001, se realizó una evaluación preliminar de los bordos y al encontrar un sinnúmero de fallas: alto porcentaje de bordos fracturados y fisuras, mínima retención de agua aún en periodo de lluvias; se consideró importante pormenorizar causas de tales hechos. El objeto de estudio fue el Programa de Bordería, abordado como proceso de transferencia de técnicas para cosechar agua en bordos de comunidades rurales. El interés: abordar aspectos de conceptualización, presupuesto, operación, administración, ejecución, adopción e impacto del programa; además, fallas y efectos negativos de la mala ejecución de los bordos, enfatizando aspectos económicos y sociales, partiendo del concepto de transferencia de tecnología.<sup>3</sup> Establecer bases para sugerir procedimientos y acciones que mejoren resultados del programa. Considerando que la sobreexplotación de recursos naturales en el área de estudio ha conllevado a la destrucción de vegetación, pérdida de suelo y subutilización del agua, y de no adoptarse formas sustentables de manejo

agropecuario, la pérdida irremisible de vegetación que ha sido reportada, proseguirá en forma más acelerada.<sup>4</sup>

## Bordos objeto de estudio

En comunidades de El Garbanzo (Irapuato), Joyita de Villafaña y La Ordeñita (Salamanca) se evaluaron todos los bordos construidos entre 1999-2002, incluso algunos no establecidos dentro del programa de bordería. El estudio, consideró aspectos constructivos, fisuras, fracturas, dimensiones, tamaño de cortina, talud, pendiente del bordo, área de captación, retención de agua, etc. La obtención de datos a través de entrevistas realizadas con productores, autoridades comunales, técnicos estatales y operarios de maquinaria pesada. Mediciones cartográficas con una estación total T E 600 LEICA, 3 máscaras de pantalla y capacidad de memoria de 2000 bloques;<sup>5</sup> los volúmenes se calcularon aforando el agua en bordos. Información sobre precipitaciones tomada de la estación meteorológica portátil de La Ordeñita. Mediciones de compactación de coronas se hicieron con penetrómetros; y la textura de suelo con el método de Bouyucos.

1 Profesor Investigador. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México. C.P. 56230. E mail: mercedes@colpos.mx

2 Profesora Investigadora. Especialidad en Estudios del Desarrollo Rural, Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México. C.P. 56230. E mail: mercedes@colpos.mx

3 Molmar, J. Howard J. C., *Transferencia de tecnología para la producción de alimentos a los países en desarrollo*, Ed. Guernika, México, 1986, pp. 92-95.

4 Asteinza B, G.; Jiménez V, M., "Técnicas Agroecológicas para el manejo sustentable en tres comunidades del río Temascalí, Estado de Guanajuato", *V Congreso Nacional Agronómico*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 2002, pp. 39-43.

5 Los datos topográficos fueron generados por Geodestas y topógrafos: José Luis Meza, Ismael Domínguez Manzano y José Luis Higuera de la Universidad Autónoma de Chapingo, México.

## Área de estudio

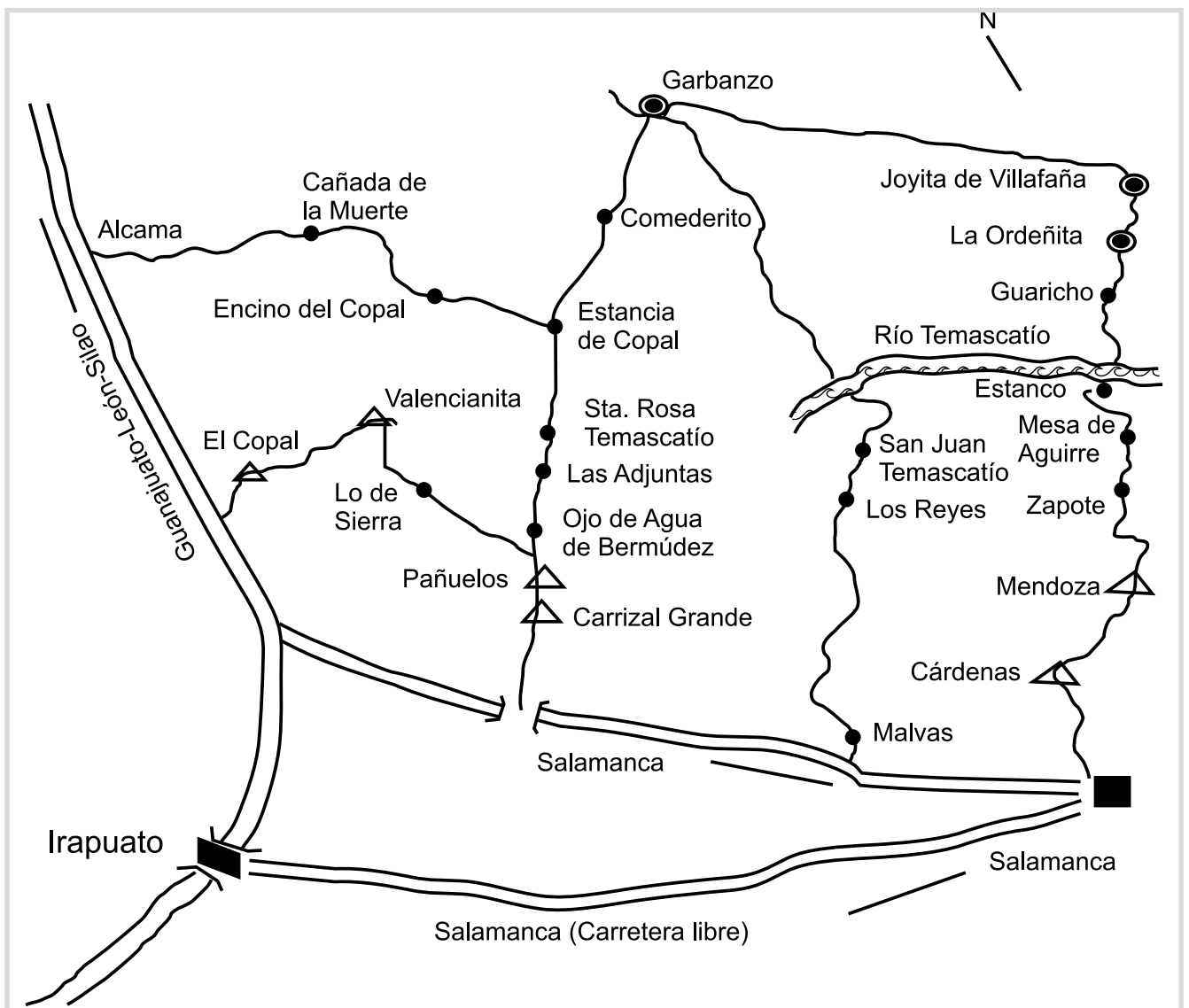
Se ubica en la Sierra de Codornices, estado de Guanajuato; los bordos estudiados se localizan en comunidades de la región donde nace el río Temascalíto: El Garbanzo (Irapuato), Joyita de Villafaña y La Ordeñita (Salamanca) están a 54 y 59 km de la ciudad de Salamanca, respectivamente (ver mapa 1). Es una zona de lomeríos y cerros con altitudes que oscilan entre 1 900 a 2 100 msnm. El clima es (A) Ca (W) (e) g es decir semicálido; temperatura media anual 19.60 C, precipitación de 736.7 mm, P/T de 37. La diferencia de altitud entre Salamanca y cerros del Pinto y La Alegría del área de estudio, representa una disminución temperatura de

2° a 30 C y precipitaciones de 800-850 mm, significa un clima (A) Ca (W) (W) (e) g y un P/T del orden de 49.

La vegetación original es de *encinar* con selva baja caducifolia en laderas de cañadas pronunciadas con exposición sur; lomeríos son de origen ígneo con 200 a 300 m de altura.

Litología superficial de tepetates y andesitas; suelos tipo litosol muy erodados, alta pedregosidad textura arenosa o franco arenosa. La accidentada topografía, el compacto y quebrado relieve; así como las precipitaciones (800-850 mm), presencia de sustratos geológicos fracturados y permeables dieron lugar a numerosos manantiales (Joyita de Villafaña), ojos de agua, escurrientías y arroyos antes permanentes que dan nacimiento al río Temascalíto. La buena

Mapa1. Localización de las comunidades en la cuenca del río Temascalíto



Fuente: Elaboración directa en campo, septiembre 2001

cobertura vegetal en encinares, hojarasca, litter junto con las precipitaciones dieron lugar a la presencia de manantiales que aportaban agua todo el año, hasta 1960 esta no era limitante para la ganadería. La destrucción del encinar y robledales, el sobre pastoreo originó un proceso erosivo acelerado, significó (2000) una pérdida de capa suelo de entre 40-45 cm en lomeríos con sobre pastoreo del 900%,<sup>6</sup> han dado lugar a la prevalencia de capas de suelo de menos 20 cm de grosor y coberturas vegetales de 40-50% en áreas de pastoreo.<sup>7</sup>

Las comunidades del área de estudio son muy pequeñas, dispersas, distan entre sí 4 y 6 Km. El Garbanzo cuenta con una población de 113 habitantes, Joyita de Villafaña 521 y La Ordeñita 53<sup>8</sup> corresponden al segmento de población rural, más marginal por falta de servicios, alto analfabetismo, presencia de cableado eléctrico a inicios del 2003 e incomunicación por carretera (camino de terracería) Son pueblos pastores, población mestiza, descendientes de rancheros de origen hispano, no hay presencia indígena.

## Actividades productivas

La actividad económica que mayor ingreso representa es la ganadería extensiva de ganado en su mayoría caprina, en menor grado ganado bovino y caballar. La agricultura de subsistencia basada en producción de maíz y frijol de temporal.

6 Asteiza B, G.; Jiménez V, M., *op cit*.

7 Esta pérdida de espesor del suelo, ha reducido sustantivamente la capacidad de retener el agua de lluvia provocada por una parte de grandes escorrentías en momentos de lluvia intensa; por otro, gran infiltración en los sustratos litológicos de tepetates fracturados.

8 Jiménez V., M., Asteiza, B., *Características socioeconómicas de las comunidades Joyita de Villafaña y La Ordeñita, Municipio de Salamanca y El Garbanzo, Municipio de Irapuato, Guanajuato*, Proyecto: Transferencia de Tecnología y Capacitación para el manejo sustentable de la cuenca del río Temascalí, Dirección General de Desarrollo Social y Humano del Municipio de Salamanca, Guanajuato, 2001, p. 24.

La población es campesina, la gran mayoría trabaja su propia tierra con mano de obra familiar y tienen una cultura tradicional.<sup>9</sup> Los sistemas de producción se realizan con un alto costo social y predominio de actividades no remuneradas.<sup>10</sup> Los productores, corresponde a la clasificación de infrasubsistencia o subsistencia,<sup>11</sup> explica el porqué no invierten dinero en mejorar su infraestructura productiva. No existe organización formal para la producción agropecuaria, esta carencia refleja la forma individual y arbitraria con que manejan los hatos de ganado, abrevaderos y bordos existentes. De ahí, la degradación de potreros, bosques y abandono de obras de captación de agua.

## Programa de construcción de bordos

Para entender el proceso de transferencia del programa, es necesario conocer los aspectos administrativos, financieros, ejecución y supervisión. El Programa de Bordería en Guanajuato se impulsa a partir de 1996, las instancias gubernamentales involucradas son la SEDARG, presidencia municipal correspondiente, beneficiarios: ejidatarios y propietarios participantes. La Dirección de Desarrollo Social de cada municipio establece el convenio; la Dirección de Obras Públicas, revisa la factibilidad técnica de las obras y aprobación de la liberación de recursos. La gestoría corresponde a solicitantes privados, los ejidos a través del representante político de la comunidad, directamente ante la instancia municipal correspondiente.

9 Vergopoulos, K., "El perfil de la agricultura familiar en el capitalismo contemporáneo", en *Cuadernos Agrarios*, No. 9, 1979, pp. 35-37.

10 Jiménez V., M., Asteiza, B., "Significado económico y social de la mano de obra no remunerada en tres comunidades de la sierra de Irapuato, Guanajuato", *V Congreso Nacional Agronómico*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 2002, pp. 188-194.

11 Comisión Económica para América Latina, *Economía campesina y agricultura empresarial*, CEPAL, Siglo XXI, México, 1986, p. 109-110.

**Cuadro 1. Censo ganadero**

Comunidad	Caprino		Vacuno		Caballar		Asnal	
	Cabezas	%	Cabezas	%	Cabezas	%	Cabezas	%
Joyita de Villafaña	300	32.0	120	51.0	120	48.0	48	45.0
La Ordeñita	65	7.0	57	24.0	34	14.0	19	17.0
El Garbanzo	573	61.0	58	25.0	95	38.0	40	38.0
<b>Total</b>	<b>938</b>	<b>100.0</b>	<b>235</b>	<b>100.0</b>	<b>249</b>	<b>100.0</b>	<b>107</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Investigación directa, agosto 2001

## Financiamiento y gestión técnica

Las aportaciones del presupuesto, corresponden 50% al gobierno estatal, 25% municipal y hasta un 25% los beneficiarios. En una primera fase del programa (1996-1998) la aprobación de un bordo dependía que la solicitud fuera acompañada de un expediente técnico, mostrando factibilidad de la obra, retención de volumen adecuado. Lo cual significaba, la necesidad de contar con datos de precipitación, áreas de escurrimiento, pendiente del área captada; así como las correspondientes a cortina, talud, aguas arriba, aguas abajo, bordo libre de carga, vertedero de demasías, etc.<sup>12</sup> Llenar la ficha técnica en forma adecuada, resultaba complicado y costoso, la aprobación técnica dependía de la Dirección de Obras Públicas. En este ámbito, pocos expedientes fueron aprobados; algunos funcionarios ante esta situación, consideraron que la complejidad técnica de los requisitos de solicitud, generaba burocratismo. Por este motivo, el titular de SEDARG simplificó el procedimiento de autorización, limitándose a que los beneficiarios señalaran el lugar para construir el bordo. Sin expediente técnico, queda la responsabilidad de la retención del agua en el usuario y no en el ejecutante de la obra (compañías de maquinaria pesada). Este cambio de procedimiento y normatividad, resultado de una decisión política no contempló normas constructivas, ni procedimientos de evaluación de calidad terminal de la obra, antes del pago total. La falta de asesoría técnica a los solicitantes, experiencia empírica, normatividad, supervisión sobre la ejecución, al no quedar estipulados procedimientos para reclamar fallas constructivas y trabajos defectuosos, va a explicar, la alta incidencia de bordos fallidos en el área estudiada.

## Bordos construidos

Al liberalizar requisitos de construcción, empieza la acción positiva de 1999 al 2002 al construir 45 bordos en Irapuato y 64 en Salamanca; al área de estudio le correspondieron 13 (Informes Presidencia Municipal Salamanca, 2002) La mayoría, establecidos en áreas donde el suelo estaba se-

12 Veenhuizen, René V., "Revisión de Bases Técnicas", en *Manual de Captación y Aprovechamiento del agua de lluvia*, Experiencias en América Latina, Serie Zonas Áridas y Semiáridas, No. 13, Santiago de Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2000, pp. 6-9.

veramente erosionado con una capa menor a 25 cm de grosor. Por la erosión las capas han perdido partículas de arcilla y limo, texturas de suelo quedaron franco arenosas y/o arenosas. Sustratos litológicos subyacentes son tepetates, presentan costras cementadas con altos contenidos de carbonatos (caliches o petrocálcicos) y sílice, duripanes, particularmente duras de ripear.<sup>13</sup> Desde el punto de vista geológico con tobas.<sup>14</sup>

Diferencias en cuanto a materiales cementantes, proporciones de silicatos de hierro<sup>15</sup> dan lugar al menos tres tipos de tepetates con diferente resistencia al ripeo y variada capacidad de absorción de agua.<sup>16</sup> Por otra parte, la fisiografía accidentada da lugar a tepetates fisurados y/o fragmentados, en conjunto a sustratos litológicos con diferencia en: a) velocidad de ripeo; b) capacidad de infiltración del sustrato; c) pérdida de agua por fisuras del tepetate. En términos prácticos, tepetates menos compactados corresponden a sustratos tipo II donde la maquinaria utilizada para excavar avanza a razón de 70-90 m<sup>3</sup>/hora y cementados con silicatos, pertenecen a sustrato tipo III donde la velocidad de movilización de material se reduce a 40-70 m<sup>3</sup>/hora. Lo que lleva a costos promedios de renta de maquinaria que varían entre 800 y 1000 pesos/hs. Con base en datos de campo (2002) costos por bordo del área de estudio, fluctuaron entre \$2 000.00 y \$36 363.00.

La diferencia en velocidad con que se renueve el sustrato, propicia que muchos operadores cuando trabajan en sustratos tipo III en lugar de excavar el tepetate a la profundidad recomendada, una parte del volumen de agua se ha retenido en las paredes del sustrato, lo hacen en forma superficial. Sin penetrar el sustrato litológico (excepcionalmente 0.80 cm.) dando lugar a bordos con coronas largas, angostas y cuerpo de recepción de poca profundidad, mucha evaporación; fuerte presión del agua sobre el talud, propiciadora de fisuras. En el 2000 la profundidad promedio de bordos, construidos en Irapuato fue de 1.17 m. (Plan de Bordería, Irapuato, 2000) y Salamanca 1.84 metros. Lo anterior, contrasta con bordos

13 Nimlos J, T., "La nomenclatura de horizontes endurecidos en suelos de cenizas volcánicas", en J. F. Ruiz F (Comp.), *Uso y manejo de tepetates para el desarrollo rural*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1987, pp. 14-17.

14 Hyndman, D. W., *Petrology of Igneous and Metamorphic rocks*, Mc Graw-Hill, New York, 1975.

15 Las diferencias se deben al posible origen endogénico de los materiales y al grado de intemperización de cenizas, ver: Quiñónez Garza, H. *La química del silicio*, 1987, p.28.

16 Los datos probados, procedentes del Valle de México y la cuenca del río Alfajayucan, Hidalgo variaron desde 1 al 20% su capacidad de retención de agua, esto sin incluir tobas pumíticas. En: Asteinza y Carrillo, 1987.

hechos en sustratos más suaves con suelo grueso, Joyita de Villafaña donde las profundidades son de 3 hasta 4 m. Las excavaciones se hicieron sin dejar anclaje de modo que las cortinas se levantaron y compactaron directamente sobre el sustrato. La tierra se removió sin dejarla a parte para utilizarla como material de recubrimiento del litológico. Esto, fue crucial en suelos erodados de El Garbanzo y Joyita de Villafaña, en laderas las capas de tierra no llegan a 20 cm.

De tal modo, el poco suelo removido fue depositado en la base de la corona, conforme esta se iba levantando. Por la premura como trabajan los operadores de maquinaria pesada, no se daba suficiente compactación a materiales en la base de la cortina donde derivan registros de menores densidades (1.6-1.8) y valores superiores (2) en la porción alta de la corona compactada con motoconformadora. Los tepetates calichosos, presentaron grados de compactación menores (Joyita de Villafaña) provocaron 70% de bordos con fisuras en cortinas. En El Garbanzo, todos los bordos construidos en áreas con pendientes superiores al 30%, presentaron fisuras incluso uno se fracturó; en Joyita de Villafaña, todos fueron hechos en áreas con pendientes superiores al 45%, sé fisuraron y fracturaron; y en Ordeñita 2 en áreas con 25% de pendiente. Bordos con capacidad de almacenamiento superior a 6 000 m<sup>3</sup> se levantaron en cauces de escurrientías o arroyos en terrenos con mayor contenido de arcilla, logrando levantar cortinas revestidas con tierra que permite mejorar su compactación e impermeabilización, un ejemplo son los de Ramiro y Juan Vásquez, pequeños propietarios con experiencia de haber construido con recursos propios los bordos más grandes del área.

## Características de los bordos

El cuadro 2 reporta principales características de los bordos estudiados, incluyendo para comparar dos construidos fuera del programa; en Ordeñita el de don Ramiro y otro de Joyita. El análisis numérico en fallas de diseño y/o ejecución, considerando los construidos por el programa.

En el Garbanzo, los bordos fueron construidos en áreas comunales, los demás en propiedad privada, levantados sobre cauce de escurrientías y/o arroyo (Joyita y La Ordeñita) aun son privados y resultan ser más cortos. Los bordos más largos edificados en zonas de mucha pendiente y porque los contratistas, prácticamente no excavaron el sustrato litológico con altura de cortina menor a 2.5 m. Situación

que se tradujo en 91% de bordos, los taludes no se ajustaron a las proporciones recomendadas.<sup>17</sup> Todos los bordos fracturados, presentan taludes aguas arriba con proporciones igual o menor de 2.0:1.

La captación de agua, excepto en bordos levantados sobre cañones y/o arroyos fue muy baja, el diseño no consideró esta área y no contaron con datos del coeficientes de escurrimiento generados *in situ*. Tal es el caso del Bordo Blanco del Garbanzo diseñado para cosechar agua para consumo humano, superficie de 15-79-45 ha de área de escurrimiento, no había captado ni 50% de su capacidad 7 878 m<sup>3</sup> en años de precipitación record en 50 años (tiempo de retorno), debido al escurrimiento menor al calculado, solamente se llenó cuando le construyeron una zanja alimentadora de 100 m de largo, aportando 72% del escurrimiento adicional. Por tal razón, haber encontrado coeficientes de escurrimientos menores a los reportados en la literatura para esas condiciones, se concluye que 86.6% de bordos no cuenta con área de captación suficiente.

En un muestreo de bordos 25% no había acumulado agua en plena temporada de lluvias; 86% de ellos, carecen de cresta de bordo libre de carga adecuado, si se incluye que 30% no cuentan con vertedero de demasías y aquellos que lo tienen, 50% está ubicado a una altura mayor a otros puntos de la corona, se tiene que 92% de las represas presentan problemas en caso de llenarse: 50% de bordos fisurados y/o reventados presentan estas deficiencias (ver cuadro 2) Un dato que coincide y refuerza este argumento es que 53% de bordos, presentan desniveles en la corona que van del 0.50% al 3%. En 75% de casos, la pendiente sobre pasa el 2.1%.

Ningún bordo tiene trampa de azolves, esto es grave considerando la erosión que registra en áreas deforestadas y sobre pastoreadas. Evaluaciones sobre azolvamiento hechas en el bordo "La puerta de roble" en El Garbanzo, mostraron en dos años que habían acumulado 120 m<sup>3</sup> de sedimentos y perdido 8.3% de capacidad en su almacenamiento. En ningún caso se constató que usuarios de bordos los desazolven.<sup>18</sup>

17 Souza Silva, Rocha E., Pinheiro de A., "Embalse para riego de Salvación, Brasil", en *Manual de Captación y Aprovechamiento del agua de lluvia*, Experiencias en América Latina, Serie Zonas Áridas y Semiáridas, No. 13, Santiago de Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 2000, p. 110.

18 En el curso del 2002 en un programa de empleo temporal, se pagó para que desazolvaran un bordo antiguo.

Cuadro 2

Características de bordos estudiados																	
Comunidad	Clave de identificación del bordo	Tipo de propiedad	Área de captación (ha)	Coeficiente de escurrimiento (%)	Longitud (m)	Altura máxima (m)	Ancho corona (m)	Talud		Capacidad de almacenamiento (m <sup>3</sup> )	Capacidad máxima retenida (m <sup>3</sup> )	Vertedor de demasías	Elevación de la cresta del bordo (m)	Desnivel cortina (%)	Fisura	Rotura de la corona	Beneficio potencial ganado mayor (UA)
								Aguas arriba	Aguas abajo								
El Caribanzo	Sin nombre	Ejidal	1.86	7.5	89.5	2.6	4	2.5.1	2.0.1	1 785	410	SI	0.8	0.5	SI	NO	86
	Puerta del Roble	Ejidal	3.53	2.7	59.4	1.9	0	1.8.1	2.6.1	597	597	SI	0.2	0	NO	NO	29
	La planada	Ejidal	1.1.73	SD	90.3	3	4	2.0.1	1.7.1	1 400	125	SI	0	3	SI	SI	6
	Juan Vásquez	P. propiedad	SD	SD	56.3	4	4	2.5.1	2.0.1	6 700	6 200	SI	0.8	0	NO	NO	375
Joyita de Villafaña	Sabas Villafaña	P. propiedad	SD	SD	60	4.2	3.9	2.5.1	2.0.1	6 000	5 800	SI	0.5	0	NO	NO	289
	Bernardo Villafaña	P. propiedad	0.5	2.1	70	3	3.5	1.5.1	2.0.1	800	200	NO	0.2	0.5	SI	SI	39
	Joya 1	P. propiedad	2.5	SD	73	1.8	2	2.5.1	1.8.1	200	47	NO	0	0.5	SI	SI	10
	Joya 2	P. propiedad	3.5	SD	74	2	4	2.3.1	1.8.1	280	220	SI	0.2	1	SI	SI	15
La Ordeñita	Joya 3	P. propiedad	3	SD	75	2	3	1.9.1	2.0.1	240	120	NO	0.2	1	SI	SI	12
	Joya 4	P. propiedad	3.8	1.6	72	2	3	2.0.1	1.9.1	270	200	SI	0.2	1.5	SI	SI	15
	Don Ramiro	P. propiedad	Mayor de 100 ha	SD	49	5.2	3.7	SD	2.0.1	10 643	10 643	SI	1	0	NO	NO	512
	Ordeñita 1	P. propiedad	1.5	1.5	95	2.2	4	2.0.1	2.3.1	1 100	0	NO	0	1.2	0	0	53
La Ordeñita	Ordeñita 2	P. propiedad	1.9	1.6	96	2	4	2.0.1	2.3.1	1 200	20	NO	0	1.5	0	0	58
	Ramiro Vásquez	P. propiedad	SD	SD	50	3.95	3.9	SD	2.5.1	2 500	2 500	SI	0.4	0	0	0	120
	Francisco Villafaña	P. propiedad	5-6 ha	SD	SD	4	4	SD	2.5.1	8 000	SD	SI	0.4	0	0	0	385

Fuente: Investigación directa 199-2003

SD: Sin dato

UA: Unidad animal (animal adulto de 454 kg)

1/ Cálculo base en Cordova B.J., 1957





animales. La producción de leche en un hato de 20 animales y principal ingreso agropecuario es de \$12 540.00.<sup>22</sup> Estos impactos son menores en Joyita de Villafaña y La Ordeñita por que disponen de agua más cercana. En el caso del ganado bovino, las reses necesitan 3 años para alcanzar 350 kg, con oferta adecuada de agua y disponibilidad local de forraje los alcanzan en 2 años. En ese punto, estando gordo el animal se vendió (2002) a \$13.00 por kilos en pie, representa \$4 550.00 por res. La pérdida de peso por insuficiencia de agua aún disponiendo de sorgo y forraje de maíz, es de 100 kg al cabo de 60-90 días, el precio de venta se reduce a \$11.00 kilo en pie, en esas condiciones el animal vale \$1 800.00 menos. Si se toma en cuenta, que el productor promedio cuenta con una yunta y 4.6 reses de engorda o leche y producción de queso de vaca, y que es una actividad que genera ingreso en la comunidad, se podrá deducir que dicho impacto es altamente negativo.

En El Garbanzo, los bordos más grandes costaron 14 mil y 17 mil pesos, ambos fracturados con poca retención de agua, resulta que 75% del recurso lo absorbe el Fideicomiso del Programa de Bordería (FIBORDE), recursos estatales y municipales, 25% restante la comunidad (\$7 962.00), sumando 25% de un tercer bordo fallido la cantidad llega a \$10 675.00. La comunidad está constituida por 22 familias, aportando un promedio familiar de \$508.00, monto mínimo en comparación a los efectos en ganadería por falta de agua. Esto resulta más impactante, si se consideran los efectos en el ánimo de los productores. En Joyita de Villafaña, impactos negativos afectan a pequeños propietarios, el gobierno absorbe 75% del costo, 25% aportado por particulares (\$909.00 a \$1 272.00) De nueva cuenta, el mayor impacto negativo para el productor fue la imposibilidad de mantener hatos en mejores condiciones, ya se indicó que por cada res pueden dejar de percibir \$1 800.00 por concepto de pérdida de peso y \$6 375.00 por venta obligada de animales en un hato representativo de chivas.

Los propietarios privados de La Ordeñita, consignan pérdidas constructivas de 2 bordos que representan 5 mil a 5 500 pesos de aporte. Impactos negativos son menores porque en la comunidad existen bordos con capacidad de almacenamiento superior a las necesidades de abrevar el ganado (ver: censo ganadero cuadro 1) y son 8 núcleos familiares que cuentan con varios bordos, por su posición topográfica son considerados de uso común. Sin embargo,

al no contar con más agua para irrigar pequeñas áreas de nopal forrajero, se mantiene el sobrepastoreo en los potreros.<sup>23</sup> Es importante señalar, que uno de los principales beneficiarios del programa de bordería son las compañías constructoras (alquiladoras de maquinaria pesada), quienes reciben el 100% del costo total del bordo, funcione o fracase. El 50% es para cubrir los gastos de operación, incluyendo operario y combustible.

## Impacto organizativo

Al inicio del programa, productores de El Garbanzo se reunieron para decidir si participaba y discutían sobre la ubicación de los bordos, así como de las aportaciones para su construcción. Según informantes: “ponerse de acuerdo en las cuotas y reunir las aportaciones fue difícil” porque varios productores argumentaban: *¿por qué tenían que aportar igual que los que tenían más cabezas de ganado?* Los fracasos registrados, dificultaron la organización para mantener los bordos que si funcionan o demandar que rectifiquen fallas constructivas. Al respecto de la organización ante las preguntas hechas por el técnico al delegado de la comunidad que le correspondió parte de la gestoría de la construcción en 1999, si podrán organizarse ahora para mejorar sus bordos y construir otros, el diálogo fue el siguiente:

— Es más fácil que nos muramos de hambre a que nos organicemos. Los que tienen poco ganado dicen yo pa'que, si salen ganones los que tienen hartos.

¿Ya se dieron cuenta de que sirven los bordos?, ¿Por qué no solicitan otros?

Pos la verdad es que juntar dinero para nosotros, está redifícil ya que el dinero es lo que más escasea.

Pero fijese como estos bordos sí retienen agua, y vea lo gordo del ganado.

Este bordo lo hizo un particular y le conviene porque es para él solito.

¿Entonces qué piensa de la construcción de nuevos bordos?

Pos depende de los apoyos, a lo mejor si podemos aportar trabajo y nos pagan algo, así si le entramos y si no pos aquí le seguimos, que otra nos queda. —

22 Jiménez V, M. Asteinz, *op cit.*, 2002, pp. 191-192.

23 Asteinz B, G. Jiménez V, M., *op cit.*, 2002.

En este caso, la vinculación delegados y/o representantes ejidales con las dependencias responsables fue mínima, los representantes no acostumbraban preguntar sobre avances de gestoría de la obra, ni los términos del trabajo contratado. En contraste La Ordeñita, beneficiarios y Delegado se presentaban ante todas las autoridades involucradas y la supervisión en la construcción de bordos más grandes. En Joyita de Villafaña, la relación Delegado-autoridades y las gestiones fueron mínimas, directamente por los interesados, aunque no han cobrado conciencia de la importancia de la gestión comunitaria. Los fracasos en la comunidad ejidal tuvieron repercusiones negativas porque la gente ya no confía en el programa. En La Ordeñita está clara la conveniencia de bordos bien construidos y absorben el fracaso en 3 pequeñas obras, ya que con las exitosas anualmente cubren necesidades de agua para abrevadero; y empiezan a realizar agricultura de riego en pequeñas áreas e inician la producción de nopal forrajero.

## Factores socioeconómicos y calidad de los bordos

Las mejores obras se realizaron en superficies de productores privados, excedentarios, letrados con experiencia previa en gestión de programas gubernamentales. Las obras fallidas en su mayoría en tierras comunales, ejidatarios de infrasubsistencia y subsistencia, analfabetas, sin experiencia en bordería y tenues relaciones de negociación con funcionarios gubernamentales.

## Factores políticos

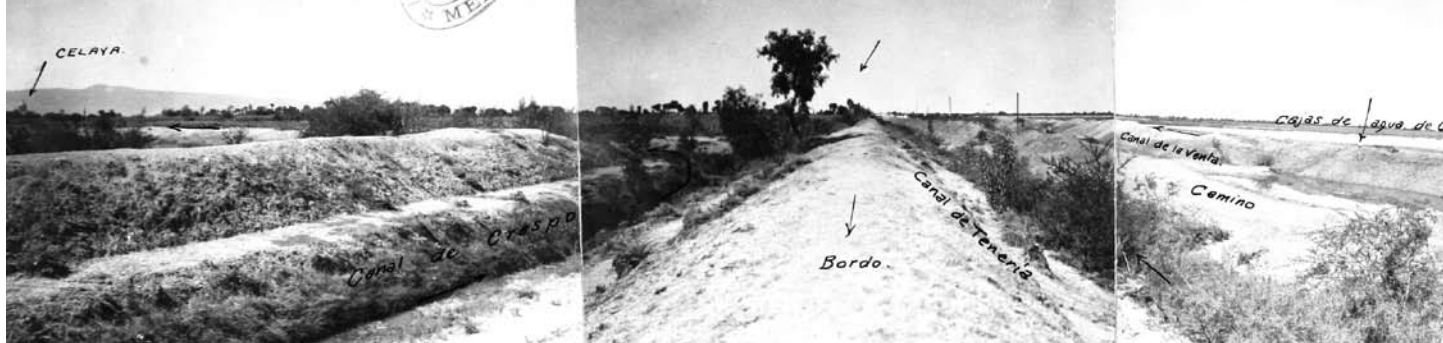
El financiamiento federal y capacidad de gestión de SEDARG han sido determinantes. Las restricciones presupuestarias de 1998-2000 lo demuestran, su papel en establecer los criterios para autorizar la construcción de bordos ha sido fundamental, ello explica pocas autorizaciones otorgadas entre 1996-1998 y el incremento a partir de 1999. La capacidad de gestión municipal ha sido relevante, incluso en años de pocas autorizaciones reportaron 60 en Huanímaro. En 1999 construyeron en Moroleón 139, Pénjamo 167, Irapuato 4, Salamanca ninguno; el año 2000 construyeron en Irapuato 24 y en 2002 fueron 14; Salamanca para los mismos años reporta 42 y 50 respectivamente. En 2001,

no construyeron bordos en esos municipios (Base de datos FIDEBORDE, 2002) A los aspectos políticos estatal-municipal, hay que incorporar calidad y cantidad de relaciones previas entre representantes comunales y municipales. En aquellos casos con mayor número de programas exitosos (La Ordeñita), ha habido una capacitación en gestoría de proyectos con las ventajas que esto conlleva. En el ejido El Garbanzo (Irapuato) el contacto de directivos ejidales con la presidencia municipal e instancias gubernamentales ha sido escaso y conflictivo. Aquí la delegación casi no profundizó en conocer los alcances del programa, a pesar de la insistencia del director de la Dirección de Desarrollo Social de Irapuato (1999-2000) para que participasen, ofreció reducir el aporte ejidal en 20% y parte de la contribución en especie; a pesar de ello, la cooperación de la comunidad fue limitada. En Salamanca, las diferencias de filiación político-partidaria de autoridades municipales y directivas de las comunidades, no han sido limitantes para la adjudicación de presupuesto. El papel del Director de Desarrollo Social puede ser fundamental para asegurar la calidad de obra entregada, por ejemplo en Irapuato (1999-2000) la intervención directa del funcionario obligó a la constructora a reponer 2 bordos mal construidos. Este punto es de particular relevancia ante la falta de normatividad estatal y municipal para exigir parámetros de calidad a las constructoras.

## Análisis y discusión

En la mayoría de los programas gubernamentales, el pre-diagnóstico y soluciones técnicas son externos, prevalece la visión de funcionarios y técnicos por encima de consideraciones socioeconómicas, necesarias en regiones como Guanajuato en donde hay sectores sociales amplios de productores de infrasubsistencia, subsistencia y conocimientos empíricos amplios con relación al aprovechamiento del agua. La diferenciación técnica constructiva entre áreas no se dio, debido a limitaciones estructurales de la propia Dirección de Desarrollo Agropecuario Estatal; la deficiencia en la denominada infraestructura científica,<sup>24</sup> los datos disponibles para abordar factores ecológicos, climáticos, edáficos y geológicos a nivel estatal eran limitados (escasez de redes de información clima o estudios hechos a escalas grandes) El conjunto de conocimientos científicos respecto a geología-

24 Molmar, J. Howard J, C., *op cit.*



Cajas de agua de Camargo y canales de Crespo, Tenerife y La Venta, que derivan agua del río La Laja para riego de las haciendas del mismo nombre, 1908, Celaya, Guanajuato. AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 4603, expediente 61282.

litología y edáficos específicos, relativos a retención de agua, escurrimientos resultaron insuficientes; sobre todo en áreas severamente erosionadas, coincidentes con las partes elevadas del estado y Sierra de Codornices, área de estudio. Otros faltantes fundamentales fueron, carencia de datos censales locales del ganado, inexistencia de estudios socioeconómicos. Además, los programas no consideraron la necesidad de un tiempo de inducción, iniciación y ajuste técnico, organizativo, logístico y de mantenimiento.<sup>25</sup>

## Factores ambientales

El grado de erosión registrado en muchas áreas donde se construyeron bordos generó problemas, dando lugar a infiltraciones mayores a las reportadas en la literatura de referencia.<sup>26</sup>

## Constructivos

En su gran mayoría en las obras:

- Los bordos se hicieron sin anclaje, poco profundos, sin adecuada compactación de la corona (particularmente en sustratos tipo III, por falta de supervisión)
- Los taludes no correspondieron a las proporciones recomendadas, incluso en bordos de gran volumen (caso Don Ramiro)
- Pocas obras contaron con vertederos de demasías, ninguna con trampas de azolve
- La falta y/o de diseño, dejó bordos con área de escurrimiento insuficientes.
- El 70% de bordos se construyeron en áreas con pendientes mayores a las recomendadas por la literatura especializada.<sup>27</sup>

25 Asteiza B, G., *op cit.*, 1997, pp. 44-47.

26 Souza et al., *op cit.*, p. 104.

27 *Ídem*, pp. 98-102.

- Las pendientes pronunciadas, poca profundidad de las excavaciones y formas alargadas de bordos, lejos de la forma de semicírculo recomendado por la literatura especializada, provocaron fisuras y roturas de numerosos bordos.

## Diseño y ajuste técnico

La ausencia de modificación de técnicas constructivas en función de la heterogeneidad de condiciones de pendiente, geológicas, litológicas, cobertura vegetal, grosor y texturas de suelos habla de que el programa no tomó en cuenta la fase de ajuste técnico por la que pasa un proceso de transferencia de tecnología, por tanto abortó la posibilidad de la adopción a escala ampliada.<sup>28</sup> El no diseñar trampas de azolve para un área tan erosionada es otro elemento que hace pensar en limitaciones desde un inicio.

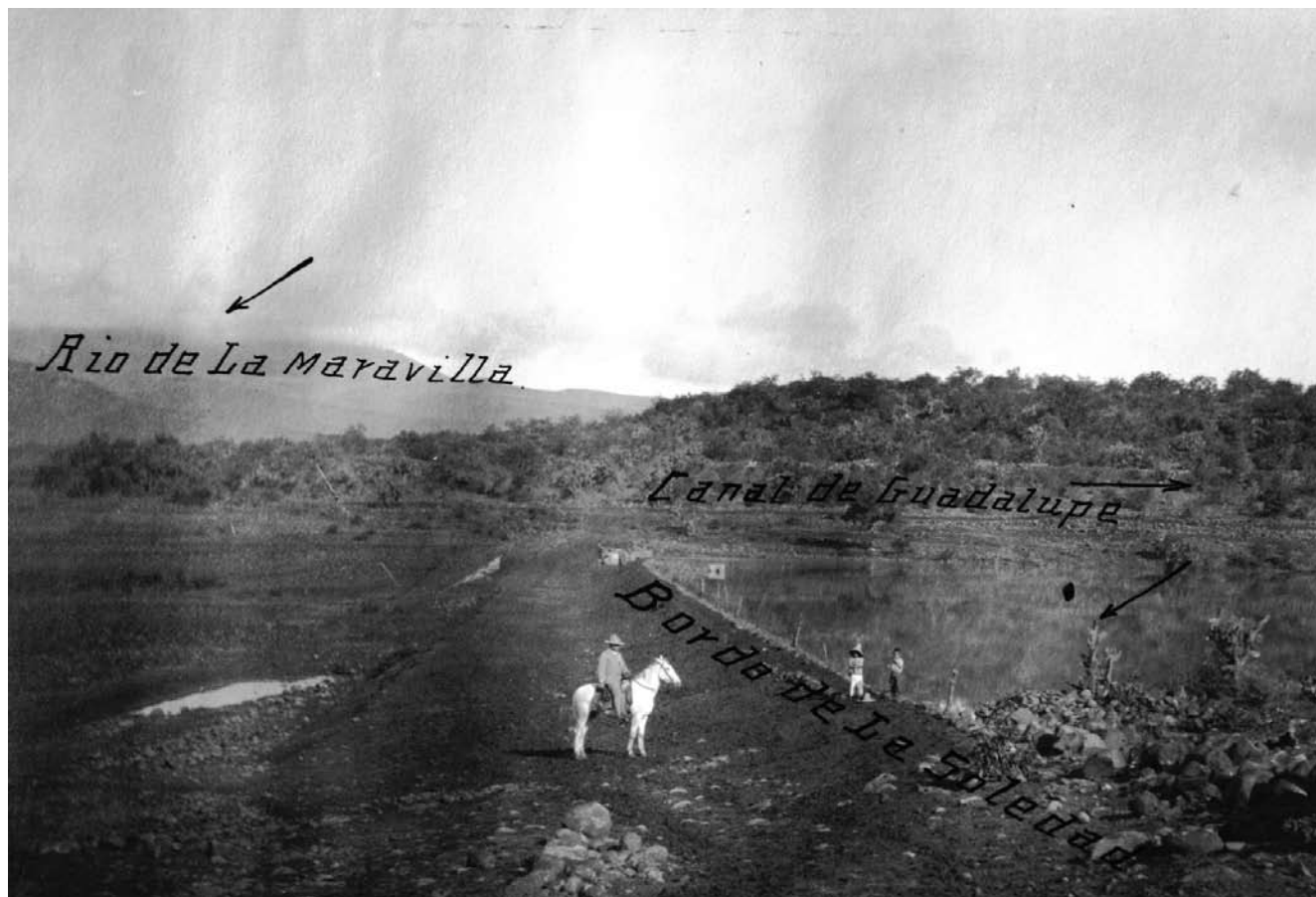
## Impactos negativos

La mayor parte de los campesinos que participaron en el programa, no fueron beneficiados por el mismo por la deficiente retención de agua logrados en los bordos. La principal pérdida económica, la resistieron los productores de infrasubsistencia, subsistencia y estacionarios.

## Tipología de productores y factores socioeconómicos

La conceptualización del programa de bordería, fue empresarial y tecnocrático, la primera fase en que se exigían expedientes técnicos rigurosos, no contempló la posibilidad de contratar servicios técnicos especializados en estudios de

28 Asteiza B, G., *op cit.*, 1997.



Bordo La Soledad almacenando agua del río La Maravilla, para riego de la hacienda San Pablo, propiedad de José María Calva, 1911, Acámbaro, Guanajuato. AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 814, expediente 11764.

factibilidad para establecer bordos en comunidades marginales de economía de subsistencia, seguramente no iban a tener recursos técnicos ni económicos para armar los expedientes. La falta de experiencia sobre esas tecnologías en el caso de productores de subsistencia requería de sesiones y/o cursos de sensibilización. Los productores con orientación empresarial, excedentarios, pequeños propietarios letrados y experiencia en gestoría de proyectos tuvieron mejores resultados. Hay que recalcar, la importancia de la gestoría municipal en la obtención de recursos, también el papel de algunos directivos al asumir su cargo con responsabilidad presionó para lograr calidad en las obras. Sin embargo, queda la impresión que instancias de gobierno, estatales y municipales, al no establecer un mínimo de normas de calidad de ejecución de obras, no crear mecanismos de supervisión directa o a través de los beneficiarios y no establecer criterios de calidad a la hora de liquidar obra realizada, favorecieron a las compañías constructoras, propiciando un alto grado de fallas constructivas con ineficiencia en la inversión de

recursos estatales, municipales y repercusiones económicas negativas para los productores, tanto la inversión perdida como efectos productivos, económicos y ecológicos, derivados de la baja eficiencia registrada en las obras, contrasta con beneficios logrados en bordos exitosos. Resulta preocupante que las instancias gubernamentales no hayan actuado al respecto, aun con datos estadísticos por municipio, mostrando poca profundidad de la media de los bordos y alto grado de obras fracturadas de conocimiento general.

## Conclusiones

El papel del gobierno estatal y municipal ha sido fundamental para el desarrollo del programa de bordería.

- La alta incidencia de fallas constructivas se debe a excavaciones superficiales, inexistencia de normas de calidad preestablecida, falta de ética de las compañías constructoras y de supervisión gubernamental.
- Las instancias municipales y/o federales deben establecer mecanismos para exigir una calidad terminal a las compañías que realicen trabajos antes de finiquitar pagos y sanciones en caso de fallas.
- La inducción y desarrollo del programa de bordería en comunidades ejidales debería contar con mayores apoyos logísticos para la fase de iniciación, ajuste técnico y mantenimiento de los bordos.
- Se requieren diseños específicos para bordos construidos en condiciones medio ambientales “tan alterados” como los encontrados en el área de estudio.
- Con las precipitaciones locales, la cosecha de agua no sólo puede alcanzar para sostener ganadería permanente, sino semiestabulada y tener riego para pequeñas áreas agrícolas, se puede revertir el sobre pastoreo que de proseguir, terminaría por eliminar recursos suelo y vegetación existentes.

# Sistemas de abastecimiento de agua para consumo doméstico en tres comunidades, de la porción alta del río Temascalío, estado de Guanajuato

Mercedes Jiménez Velázquez<sup>1</sup>

Gaiska Asteinza Bilbao<sup>2</sup>

## Introducción

El presente trabajo se inicia con una breve descripción sobre la relevancia de la disponibilidad de agua a escala internacional, en la región latinoamericana, México y sus repercusiones. Posteriormente, se aborda el estudio del sistema de suministro de agua para consumo doméstico en tres comunidades de la porción alta del río Temascalío, Guanajuato, México. La investigación, analiza las formas en que estos habitantes cubren sus necesidades de aprovisionamiento cotidiano, destacando aspectos como el consumo de agua *per cápita* semanal, tiempo invertido en el proceso de abasto, actividades por género, animales de carga involucrados; además, el valor implícito no remunerado de esas labores. Por otra parte, se examinan los efectos de programas de suministro de agua de los ámbitos estatales, municipales y civiles aplicados en la zona; su impacto, la complementariedad o antagonismo entre instancias gubernamentales y organismos privados; así como, respuestas comunitarias a dichos planes. Finalmente se da cuenta de la dotación actual y la proporción del agua recibida, derivada de los programas y formas tradicionales de aprovisionamiento. En la obtención de información se utilizaron técnicas de investigación de campo con entrevistas dirigidas y abiertas; se empleó la metodología *Reflect-Action*, útil en comunidades donde la mayoría de la población es analfabeta, localmente para conocer el sistema de trabajo familiar y el papel de las mujeres y niños, particularmente en el trabajo de acopio de agua.<sup>3</sup> Los cálculos

de los ingresos no remunerados hechos en 2002, para realizar el acarreo se obtuvieron cuantificando los jornales necesarios en el proceso de colecta para consumo doméstico; así como la fuerza de trabajo animal empleada.

## La importancia del agua en el contexto mundial

Uno de los problemas que preocupa a la humanidad es el suministro de agua, su demanda y escasa disponibilidad afecta a muchas regiones del mundo. En particular, las zonas rurales de naciones en desarrollo por ejemplo, América Latina el 30% de su población no tiene acceso al agua potable. En las últimas décadas del siglo XX, la problemática de la escasez de agua ha sido cuestión de interés en la agenda internacional a través del impulso de diversas reuniones que adoptan importantes resoluciones sobre el tema del agua, entre ellas destacan la Conferencia de la Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992) llevada a cabo en Río, Brasil, llamada Cumbre de la Tierra; la Conferencia de Agua Dulce (2001) realizada en Bonn, Alemania; la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (2002) El año 2003, declarado Año Internacional del Agua Dulce, el Tercer Foro Mundial del Agua, celebrado en Tokio, Japón; y recientemente en 2006, el IV Foro Mundial del Agua, celebrado en la Ciudad de México, del 16 al 22 de marzo.

La situación actual de los recursos hídricos, reporta que "el 70% de la superficie mundial está cubierto de agua, sólo el 2.5% corresponde a agua dulce"; sin embargo, la disponibilidad de abastecer a los ecosistemas y a la población humana, entre aguas subterráneas accesibles y superficiales, es menos del 1% del total de agua dulce y representa únicamente el 0.1% del agua existente en todo el planeta. La disponibilidad de agua en el continente americano es de

1 Profesora Investigadora. Especialidad en Estudios del Desarrollo Rural, Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México. C.P. 56230. E mail: mercedes@colpos.mx

2 Profesor Investigador. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México. C.P. 56230. Email: mercedes@colpos.mx

3 Archer, D. Nottingham, S., *Manual Base Reflect: Un nuevo enfoque hacia la alfabetización de adultos*, Actionaid, Londres, 1997, p. 189.

26 000 m<sup>3</sup> de agua por habitante al año, ocupa el segundo lugar después de Australia y Oceanía.<sup>4</sup> En el año 2000, los recursos hídricos *per cápita* para Latinoamérica comparados con los de 1954 se habían reducido en 75% aunque a escala regional, se percibe una abundancia de agua promedio por habitante, existe una distribución inequitativa entre y dentro de las naciones. Por otra parte, la alteración de los ecosistemas (clima, deforestación, incendios, mancha urbana, otros) genera impactos severos en los procesos del ciclo del agua, entre ellos la desecación de manantiales y ríos.

En la Declaración de París (1998) se afirma que la cuarta parte de la población mundial no tiene acceso al agua potable, más de la mitad carece de saneamiento adecuado del vital líquido, su mala calidad y escasez de higiene figuran entre las principales causas de enfermedad y muerte. El inventario de agua dulce, reporta que si continúan los planes actuales de cómo se vienen utilizando los recursos, casi dos terceras partes de la humanidad corren el peligro de sufrir escasez de agua antes del 2005. El agua se reduce cada día, su consumo aumenta dos veces más rápido que el incremento demográfico; además, la mitad de la población mundial no posee redes de saneamiento y una cuarta parte no tiene acceso al agua potable.<sup>5</sup> Un ejemplo de esta situación, se refleja en la distribución de agua en la ciudad de México, la dotación *per cápita* varía dependiendo del lugar: el área residencial recibe 400 litros por día, sectores medios de 250 a 300, la zona metropolitana, regularmente se abastece de pipa en promedio son 40 litros *per cápita* por día; y el Estado de México, dispone entre 240 y 260 litros por habitante al día y disminuirá entre 30 y 40 por ciento para el 2007. Ante esta dramática falta de disponibilidad de agua dulce y de calidad para consumo humano y animal, el acopio de agua de lluvia es una alternativa ya que “*un milímetro de lluvia equivale a un litro por metro cuadrado*”, su cosecha constituye una técnica muy eficaz. El sistema de captación de agua de lluvia en América Latina y otras regiones del mundo, se ha practicado desde hace más de tres milenios. Se considera, *una forma rudimentaria de irrigación*, donde el productor no tiene control sobre el escurrimiento

superficial, solo es aprovechable cuando llueve<sup>6</sup> y ofrece alternativas de abastecimiento para hacer más productiva la actividad agrícola de temporal.

En México, uno de los principales problemas es la carencia y desigual distribución del agua. El territorio nacional en sus características ecológicas es de zona árida y semiárida (la superficie abarca al 53%); la temporada de lluvia en la mayor parte del país se presenta en el verano (junio-septiembre). En la región centro, la demanda de agua se complica con la alta concentración demográfica y actividades económicas donde la presión para disponer del líquido, ha provocado problemas de sobreexplotación en cuencas y acuíferos. El escurrimiento natural de agua es del 31% en la zona centro, norte y noroeste de México que comprenden el 79% del territorio, 77% de la población nacional y produce el 86% del PIB. En contraste está la región sur con 69% del escurrimiento de agua, el 21% de la superficie nacional, 23% de los habitantes y genera el 14% del PIB.<sup>7</sup> No obstante esta situación, la escasez de agua afecta más a las áreas rurales y al sector agropecuario que es importante porque genera el 2.5% de las exportaciones y alrededor del 5% del PIB. En ellas prevalece la pobreza rural, más del 75% de su población es pobre y cerca del 50% de los que viven en pobreza extrema habita el campo.<sup>8</sup> En este ámbito, la agricultura de riego produce hasta dos cosechas por año; la de temporal, representa pérdidas en un 25% del total anual sembrado debido a las sequías, lo escaso y errático de la precipitación pluvial y otros fenómenos agro-meteorológicos.<sup>9</sup> En regiones de temporal, una reducción del 50% de precipitación durante el período de lluvias, puede redundar en una falta de cosechas; sin embargo, la lluvia disponible puede estar concentrada en un área más pequeña, obteniendo resultados favorables.<sup>10</sup>

4 Comisión Nacional del Agua, *Agua para las Américas en el Siglo XXI*, Programa Agua, Medio Ambiente y Sociedad, El Colegio de México-CONAGUA, México, 2003, pp. 30-31 y 36.

5 Anaya G, M., *Sistema de captación de agua de lluvia en América Latina y el Caribe. Base para el Desarrollo sostenible. Manual Técnico*, Agencia de Cooperación Técnica IICA, México, 1998, p. 50.

6 Critchey, W y Siegert, K., *Manual de captación de agua de lluvia en América Latina y el Caribe*, Publicación Especial 6, Sociedad Mexicana de Ciencia del Suelo, A.C., Universidad Autónoma Chapingo, México, 1997, 128 p.

7 Agua para las Américas, *op cit*, p. 36.

8 Ekbor, J. Espinosa G, J. A. Arellano E, et al., *Análisis del sistema mexicano de investigación agropecuaria*, CIMMYT-Economía, México, 2003, p. 1. Documento de trabajo.

9 Anaya, *op cit*.

10 Critchey, W y Siegert, K., *op cit*.

## Características generales de Guanajuato y comunidades del río Temascalío

Abajo destacan comunidades rurales que pertenecen al estado de Guanajuato. La entidad federativa se localiza en la región centro de México con una altitud que varía entre 1700 y 2000 msnm y una superficie de 0.1% del territorio continental, temperatura media anual del orden de 22° C y precipitación anual entre 550 a 800 mm.<sup>11</sup> La división territorial de Guanajuato abarca 46 municipios, entre ellos están Salamanca e Irapuato; la población económicamente activa, principalmente se ocupa en actividades del sector secundario y terciario; sin embargo, hay habitantes dedicados a labores agrícolas (18.7 y 14.4%, respectivamente). Las comunidades de la porción alta del río Temascalío son Joyita de Villafaña y La Ordeñita (Salamanca) y El Garbanzo (Irapuato), están localizadas entre pequeños lomeríos de la Sierra de Codornices, practican agricultura de temporal; las caracteriza su núcleo de población de 100 a 500 habitantes dispersos en el espacio municipal; entre ellas, existen lazos de comunicación a través de brechas y caminos vecinales de terracería. Para llegar a estos poblados desde la ciudad de Salamanca, requiere recorrer una distancia de 54 y 59 km, respectivamente.

Los asentamientos entre uno y otro poblado los separa una distancia de 2 a 8 km. Su aislamiento, obstaculiza la dotación de infraestructura y equipamiento de servicios básicos, es una región con altos índices de marginación (analfabetismo, viviendas sin agua entubada, carencia de drenaje y electricidad; falta de servicios de salud que repercute en altos índices de morbilidad y mortalidad). Representa un espacio, donde la población pobre lucha por sobrevivir y las condiciones de pobreza son complejas.<sup>12</sup> También, el área se caracteriza porque sus habitantes desarrollan una economía campesina de autoconsumo que es complementada con una producción para el mercado, destinada a explotar el ganado caprino y vacuno en pequeña escala, producción de frutales y aprovechamiento forestal. Al conjunto de habitantes, los identifica el ser núcleos de pastores; integrados en grupos de familias con relaciones de parentesco.

La distribución de los habitantes de los tres poblados es la siguiente:

Cuadro1. Población total por género de las tres comunidades

Población por género	Joyita de Villafaña		La Ordeñita		El Garbanzo	
	hab.	%	hab.	%	hab.	%
Hombres	253	49.0	27	51.0	50	44.2
Mujeres	268	51.0	26	49.0	63	55.8
<b>Total</b>	<b>521</b>	<b>100.0</b>	<b>53</b>	<b>100.0</b>	<b>113</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Investigación directa, verano 2001

La localidad con mayor número de habitantes es Joyita de Villafaña, al dividir la población por género en esta comunidad y El Garbanzo, sobresalen las mujeres con la mayor proporción de habitantes: 51.0 y 55.8%, respectivamente. El promedio de hijos por familia es de 4 o 5 miembros, los grupos de edad en la mayoría de la gente están entre 15 y 50 años, la edad promedio de los productores fluctúa entre 35 a 55 años. Con relación a la población joven es frecuente que tanto hombres como mujeres, salgan a otras regiones, principalmente a la ciudad de México, otras entidades y a Estados Unidos, buscando mejores alternativas de trabajo agrícola y no agrícola.

## Sistema de trabajo familiar

La actividad agrícola de los pequeños propietarios de Joyita de Villafaña y La Ordeñita, de los ejidatarios de El Garbanzo y su núcleo familiar, continúan siendo la unidad integradora de las comunidades. Aunque se perciben cambios notables (transición) por el patrón urbano de los hijos e hijas jóvenes que tienen su actividad laboral en otras zonas de México. El sistema de trabajo familiar se realiza a través de la inversión de mano de obra en diversas actividades de la finca y producción agrícola, es considerado un trabajo no remunerado porque no percibe ningún pago o salario por las labores desempeñadas.

En las tres comunidades, el sistema de trabajo familiar está relacionado con las fuentes de empleo e ingresos<sup>13</sup> y la ampliación de actividades que realiza cada familia, sustentada en la incorporación de las mujeres y el trabajo infantil. En la división social del trabajo familiar, participan todos los miembros del núcleo familiar de las comunidades. La organización en torno al trabajo agrícola está sustentada en el padre, jefe de familia, es frecuente cuando el hombre tempo-

11 INEGI, *Estados Unidos Mexicanos. Anuario Estadístico 2000*, Instituto de Geografía, Estadística e Informática, México, 2000, p. 10.

12 Boltvinik, J., "Opciones metodológicas para medir la pobreza", en *Comercio Exterior*, Vol. 51, núm. 10, Octubre, 2001, pp. 869-878.

13 Archer, *op cit.*, pp. 189-191.





Tanque de almacenamiento de agua potable y cepa para la instalación del hidrante público, 1976, San Diego de la Unión, Guanajuato. AHA, Colección Fotográfica, caja 1297, expediente 39333.

ralmente sale, la mujer queda al frente de las actividades. La salida de la población masculina para encontrar alternativas de empleo, ha obligado a las mujeres y población infantil a participar más en la producción local, es común encontrarlas asumiendo el papel de jefas de familia y su desempeño en la producción agrícola se hace cada vez más importante.

Joyita de Villafaña su actividad productiva se centra en la agricultura con la siembra de maíz, aprovechamiento del huerto frutícola, explotación de ganado vacuno y en menor medida caprina. La Ordeñita, dedicada a sembrar milpa, cultivar cebolla, ganado bovino y caprino. Los ejidatarios de El Garbanzo, fundamentalmente están ocupados en la explotación caprina, siembra de maíz y trabajo asalariado. La explotación ganadera en pequeña escala es de pastoreo, se lleva a cabo en terrenos de agostadero, causando severos deterioro en el grosor de los suelos que repercute en la vegetación original. En las actividades de la finca, la participación femenina no solamente está dedicada a la reproducción, a proveer alimentos y cuidar a los hijos (as); tam-

bién, colabora a generar ingresos, participa en el cuidado y pastoreo caprino, ordeña y elabora quesos, colecta agua para consumo humano, recolecta leña que es utilizada para obtener energía. Su papel en la comunidad, es fundamental en el desenvolvimiento de las actividades familiares y productivas.

### **Sistemas de aprovisionamiento de agua para consumo doméstico en comunidades del río Temascalío, Guanajuato**

Desde la fundación de los primeros núcleos de población a fines del siglo XIX hasta 1998 que empezaron los programas de dotación de agua, el abasto y distribución de agua para consumo doméstico en estas comunidades, tradicionalmente provienen de diversas fuentes.

**Cuadro 2. Procedencia y distribución de agua para consumo doméstico**

Comunidad	Nº núcleo familiar	Manantial	Pozo	Colecta agua de lluvia***
Joyita de Villafaña	26	7	8	---
La Ordeñita	8	---	3	---
El Garbanzo	22	2*	---	21
<b>Total</b>	<b>56**</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>21</b>

Fuente: Investigación directa, 2001

\* En El Garbanzo los manantiales disponen de agua, únicamente cuando es abundante la temporada de lluvias.

\*\* Se toma como referencia el núcleo familiar o familia extensa, aunque el número de viviendas sea mayor. En el caso de Joyita de Villafaña se realizó un muestreo que representa a 26 unidades familiares. Con respecto a las otras comunidades, la información refleja el total de familias y viviendas, respectivamente.

\*\*\* A partir de 1998 con el programa de captación de agua de lluvia colectada de los techos.

El suministro de agua se obtiene de manantiales y pozos: Joyita de Villafaña (Salamanca), geográficamente está ubicada entre lomeríos y en una hondonada, su relieve y sustrato ecológico de tepetates, andesitas fracturadas y condiciones climáticas favorables, le han proporcionado ojos de agua y arroyos que permiten su abasto, comparándola con los demás poblados de la cuenca. La mayoría de sus habitantes (31.0%) se abastece del pozo comunal del Centro de Salud o acuden al pozo de Don Primitivo (19.0%); hay personas con norias particulares (11.5%), los restantes acuden afuera del pueblo a los llamados pocillos "mestrante".

Por la cercanía de los depósitos de agua, el acarreo les toma de 3 a 10 minutos; otras personas se desplazan de su casa al lugar de suministro 1 a 1.30 horas, depositándola en galones o recipientes de 20 y/o 40 litros que son transportados en animales de carga. Al llegar a sus hogares, la vierten en tinajas de barro donde las conservan para su consumo, en algunos casos son recipientes fijos enterrados como macetones. En La Ordeñita, la mayoría de sus habitantes (50%) se abastecen de agua de los manantiales en Joyita, otras personas (37.5%) tienen pozo propio; al transportar los recipientes, utilizan burros y mulas; y en la búsqueda del líquido y acarreo desde su núcleo de población a la comunidad cercana invierten 60 minutos en la ida y vuelta.

El Garbanzo (Irapuato) es una comunidad ejidal creada a principios de la década de 1950, el suministro y consumo de agua es completamente diferente por la escasa vegetación y aridez del suelo, fundamentalmente disponen de agua en época de lluvias cuando los dos pequeños manantiales

se proveen del líquido; su volumen drásticamente se reduce en tiempos de sequía. Por estas causas, los pobladores (principalmente son mujeres, niñas y niños) se desplazan de su localidad caminando entre 2 a 1.30 horas para llegar al lugar en donde se localizan los ojos de agua. Esta escasez, se refleja a través del testimonio de una mujer:

Aquí es una batalla el agua. Tenemos un pozo que está bastante lejos, pero no nos alcanza, porque a veces nos íbamos a las cuatro de la mañana, alcanzaba un viaje un día una, otra alcanzaba otro... por ejemplo, si yo iba con una hija mía, a traerla cargada en un burro en botes, como esos de 18 litros, a veces hallamos para un bote a veces medio bote, a veces los dos, pues según fuera la gente y ya después no hallábamos allá, pues tenemos que ir a traerla al río, estuviera como estuviera la hervíamos y así no la tomábamos...

## El acarreo de agua

El suministro de agua para los habitantes de las comunidades siempre ha representado una actividad que requiere tiempo y dedicación, ya que por ejemplo en época de secas, esperando satisfacer los volúmenes en ojos de agua, tardan de 3 a 4 horas por viaje. La colecta y acarreo, principalmente la realizan mujeres, los niños por las tardes o cuando no asisten a la escuela (vacaciones o deserción escolar); así como personas de la tercera edad, obteniéndola de los pozos de beneficio colectivo.

**Cuadro 3. Gasto anual de mano de obra no remunerada y hora animal de carga invertidos en el transporte del agua.**

Localidad	Horas hombre	Horas animal carga	Jornales (%)	Alquiler animal	Total
Joyita de Villafaña	832	416	5 200	5 810	11 010
La Ordeñita	1 560	1 120	9 750	9 800	19 550
El Garbanzo	312	208	1 950	1 820	3 770

Fuente: Estimación propia con base en un consumo de 100 a 200 litros semanales.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Jiménez, M., y Asteiza, G., "Significado Económico y social de la mano de obra no remunerada en tres comunidades de la sierra de Irapuato, Guanajuato", en *Memorias del V Congreso Nacional Agronómico. Gestión de sistemas agrícolas sostenibles*, Universidad Autónoma Chapingo, México, 2002, p. 188.

De acuerdo a estimaciones realizadas, asignando el costo de un jornal de hombre adulto de 50 pesos por turnos de 8 horas; y el salario para las mujeres que se estima en 35 pesos la jornada laboral y variando las horas invertidas en el acarreo. Los cálculos muestran que el entorno familiar para Joyita de Villafaña, anualmente emplean 832 horas hombre y 416 horas animal de carga (burros, mulas) lo que representa a la semana un promedio de 16 horas hombre y 8 horas animales carga (cuadro 3). En el caso de La Ordeñita, 50% de las familias semanalmente emplean, un promedio de 30 horas hombre y 22 horas animales de carga. Con relación a El Garbanzo como ya se indicó, no obstante disponer de la cosecha de agua de otras fuentes, implican por familia de 6 horas semana hombre y 4 horas de animales carga.

Por otra parte, para determinar un jornal por trabajador, se calcula un ingreso para los hombres de 50 pesos al día más el costo del alquiler del animal de carga de 70 pesos y un tiempo invertido de 2.30 a 3 horas. En Joyita de Villafaña se obtiene que el costo de jornales no remunerados al año (5 200) determine un promedio de ingreso familiar de 200

salarios; La Ordeñita (9 750) obtiene un promedio familiar de 1 219 jornales; y El Garbanzo, un promedio familiar de 88.6 jornales. Según la composición de la unidad familiar (extensa, mayor número de hijos) y volumen del consumo de agua, notablemente varía por cifras del consumo per cápita entre las comunidades que pertenecen al municipio de Salamanca e Irapuato.

En relación con el consumo familiar de agua para uso doméstico (cuadro 4) en la comunidad de Joyita de Villafaña, la mayor parte de las familias emplean entre 100 y 200 litros de agua a la semana, representa 21.4 litros por familia y un consumo de 3.6 litros *per cápita* al día. En el caso de La Ordeñita, una familia tendría un consumo diario de 64 litros, es decir 10.7 litros *per cápita*. Esta situación, contrasta con lo observado en El Garbanzo donde la mitad de la población utiliza, diariamente 10.7 litros por familia (la mitad de lo empleado en Joyita) y significa 1.8 litros *per cápita*. Esto último, no obstante que la población cuenta con sistema de captación de agua de techo y un bordo con capacidad de almacenamiento cercano a los 8 mil metros cúbicos.



Estanque público de abastecimiento, 1972, León, Guanajuato. AHA, Colección Fotográfica, caja 228, expediente 6340.

**Cuadro 4. Consumo semanal de agua para uso doméstico \*/**

Consumo (litros)	Número de viviendas por comunidad		
	Joyita de Villafañá	La Ordeñita	El Garbanzo
De 50 - 100	6	---	10
De 100 - 200	15	1	12
De 400 - 500	5	5	---
600 y más	---	2	---
<b>Total viviendas:</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	<b>22</b>

Fuente: Investigación directa, agosto 2001.

\*/No incluye lavado de ropa.

Las cifras anteriores que reflejan el consumo de agua reportado por las comunidades estudiadas, resultan dramáticas si se consideran las cifras proporcionadas en la periferia del Valle de México de 40 litros por individuo; significa la escasa disponibilidad y severas condiciones de higiene de la gente para disponer de una mínima porción de líquido para beber y cocinar; así como para las necesidades de lavado y aseo humano. Situación que ocasiona la incidencia del consumo de refresco, agua embotellada, y las frecuentes enfermedades cutáneas y gastrointestinales.

La falta tradicional de agua tanto para el consumo doméstico como el uso agrícola, repercute como ya se mencionó en la economía de las comunidades. Por esas causas, es evidente la importancia de promover la construcción, y rehabilitación de bordos para aprovechar el agua de lluvia para uso doméstico, de abrevaderos para ganado y la cosecha de escurrimientos de los techos.

### **Programas gubernamentales estatales y municipales para proveer de agua de uso doméstico**

En los inicios de la última década del siglo XX, los principales recursos gubernamentales y privados son destinados para apoyar el desarrollo en infraestructura de la zona del corredor industrial (Celaya, León, Guanajuato) que abarca los municipios de Salamanca e Irapuato. Al mismo tiempo, autoridades estatales y municipales establecen diversos proyectos orientados a la mejora en servicios de las comunidades, consideradas en pobreza extrema. Las obras producti-



Hidrante público y pileta en el poblado de La Moncada, 1969, Tarimoro, Guanajuato. AHA, Colección Fotográfica, caja 136, expediente 3540.

vas y desarrollo local se inician con la apertura del camino vecinal (1993-1994) para transitar por los poblados. Así, llegan proyectos promovidos por la Presidencia Municipal, DIF estatal y Fundación Mexicana para el Desarrollo Rural en Joyita de Villafaña y La Ordeñita con la introducción de *estufas lorena* (fogones contruidos con lodo y arena) letrinas o *baños secos* y *paneles de energía solar*. En el caso de El Garbanzo (Irapuato) por tener la característica de estar constituida como una comunidad agraria y poseer tenencia ejidal, muestra una situación de apoyo estatal y organismos no gubernamentales muy diferente a otros poblados. El impulso al desarrollo de la comunidad con la introducción de paneles de energía solar (1995), baños secos y estufas lorena (1997) son acciones posteriores a las establecidas en Salamanca.<sup>15</sup> Mas tarde, promueven programas sociales para abastecer agua para consumo doméstico y uso agrícola.

## **Captación de agua de lluvia que proviene de los techos**

En El Garbanzo se establece en 1998 un sistema de *Captación de agua de lluvia* de techos de las casas habitación. El proyecto auspiciado por el Centro Humanitario de Obras e Intercambio Cultural y Educativo, A. C. (CHOICE) sede en Guanajuato, es un organismo ligado a la Iglesia mormona. La obra se realizó con fondos provenientes de la Universidad de Utah, Estados Unidos de Norteamérica, la aportación permitió adosar canaletas de plástico a los techos de las 21 viviendas del poblado y adquisición de la misma cantidad de tinacos de plástico con capacidad de 1 100 litros. El sistema integrado por canaletas y tinacos, fue instalado por jóvenes mormones en servicio social a la comunidad; los habitantes colaboraron en la instalación de esos materiales y ofrecieron el alojamiento en la escuela local. El diseño del proyecto se concibió externamente, sin considerar la participación de la población; tampoco, les plantearon la trascendencia de la acción, esto hubiese sido importante para que la gente tuviera una idea del volumen de agua que podrían capturar. Si se considera que el techo de cada vivienda con una superficie de 30 m<sup>2</sup> y las precipitaciones de 750 mm al año, y aun en el caso que fuera de 650 mm, podrían almacenar 19 500 litros de agua por casa. En contraste, en época de lluvia, la comunidad cosecha sólo lo

captado en los tinacos más el acopio en tinas y cubetas, al finalizar la temporada disponen solo de 1 100 litros que les proporciona el suministro de agua de lluvia para uno o dos meses, dependiendo el número de miembros por familia. En el caso de una familia con 6 miembros lo anterior significa 6.1 litros *per cápita* al día durante un mes.

En los cinco años que lleva el sistema de captación, ningún poblador ha adquirido más tinacos o construido alguna cisterna para almacenar el agua excedente, tampoco han reparado las canaletas que se han roto, o ajustado las que se han separado del techo, ni repuesto las mangueras que alimentan los tanques. Esta situación, muestra que no existe una cultura del agua ni de mantenimiento. Por otra parte, la ausencia de apropiación sobre la idea de cosechar toda el agua captada de los techos, significa que se desperdician por lo menos 16 000 litros por casa. Esta cantidad en la época de secas (6 meses) representaría 88.89 litros por día o 14.81 litros *per cápita* por seis meses, sin considerar la posibilidad de cosechar agua de otros techos como los corrales de animales o ampliando las áreas techadas.

En síntesis, la captación de agua de lluvia se ha adoptado en forma limitada y restringe la capacidad de almacenamiento existente en las casas, en cifras proporciona 3 litros *per cápita* durante dos meses, lo cual significa un aporte mínimo destinado para beber y cubrir algunas necesidades de agua para cocer alimentos. El hecho de que la población haya manifestando que desperdicia mucho el agua de lluvia porque no hay donde almacenarla, y que no haya adquirido otros tinacos o construido piletas de piedra (principal material utilizado en las construcciones) y siga resolviendo el déficit hídrico acarreado agua sucia de bordos y pozas, expresa la poca asimilación de la técnica.

## **Suministro de agua de bordos**

La Dirección Estatal de Desarrollo Rural y Agropecuario en 1998, establece un programa municipal de Construcción de Infraestructura de Beneficio Social con financiamiento del Programa Nacional de Solidaridad (SEDESOL- Ramo 33), un plan vinculado a la Comisión Nacional del Agua con el propósito de promover en zonas rurales, la *construcción de obras de usos múltiples* dirigidas a *captar agua de lluvia*. En la instrumentación se formula el propósito de establecer pequeñas obras, en la práctica representa un depósito que no excediera los 10 mil m<sup>3</sup> a fin de no captar demasiada agua

15 *Ídem*, pp. 75-77.

en las partes altas y afectar con ello, los flujos hídricos en arroyos y ríos tan necesarios aguas abajo. Estas construcciones, se plantearon para pequeñas comunidades rurales con carencia de servicios, que no contaran con luz eléctrica y dificultad para disponer de pozos.

En este contexto, la presidencia municipal de Irapuato promueve en El Garbanzo la construcción del bordo Blanco, diseñado para que los habitantes dispusieran de mayor cantidad de agua con una capacidad de almacenamiento de 7 878 m<sup>3</sup>. El proyecto incluía un bordo de captación, una planta de filtración-potabilización y una red de distribución (tomas de agua) a lo largo de la comunidad.

El bordo se construyó en 1999, al momento de la entrega se observa que la cortina estaba revestida con mampostería, la toma para extraer el agua con una altura suficiente para evitar sacar sedimentos; sin embargo, no contaba con trampa para azolves, ni filtros, ocasionando que el líquido acumulado estuviera contaminado (basura, excrementos de animales y humanos). En el primer ciclo de lluvias, debido a la insuficiente área de captación, el volumen almacenado fue reducido, no obstante las altas precipitaciones registradas. Por tal motivo, la Dirección de Desarrollo Social de Irapuato en el 2000, considerando una recomendación técnica de G. Asteiza: *"construir una zanja para alimentar el bordo con escurrimientos que drenaban en otra dirección"*, intervino para excavar dicha zanja, logrando alcanzar la capacidad del bordo con excedentes que llenaron una represa contigua para abrevadero. El agua disponible para ser usada desde el nivel de toma, representa 3 939 m<sup>3</sup> o bien, 34.86 m<sup>3</sup> de agua per cápita al año y 95.5 litros por persona al día.

La planta de tratamiento terminada en el 2000 nunca funcionó y tampoco la red de distribución, el agua salía sucia, blanquizca y con fuerte sabor a cloro. Estas deficiencias, no han sido subsanadas por las autoridades responsables de la construcción, ni la comunidad ha procurado subsanar tales deficiencias. No obstante, la inversión de la construcción de \$450 000.00 sin considerar el 25% de mano de obra y materiales aportados por la comunidad. El agua acumulada en el bordo aún contaminada con excretas de ganado, humano, basura, etc., es utilizada por los pobladores, después de hervirla. Este suministro, suple parte del acopio que realizan en pozas y manantiales. La calidad del agua y el efecto del acopio se reflejan con una entrevista realizada a una de las mujeres de El Garbanzo:

Ahora últimamente con ese bordo que se hizo aquí, ya fue ayuda porque el agua es pa'cuando estuviera dando nada más para tomar. Nos daban cada mes un barril o dos barriles de esos azules que serán de 200 litros, yo creo, pero era muy poca agua, no le alcanzaba. Así es, en unos ocho días, se nos terminaba toda el agua y se imagina cada mes estamos necesitando más agua de este bordo, queremos que le caiga más agua, porque si no, no completábamos con el agua que había, pues últimamente ya la poníamos cada 15 días el agua de allá, pero el agua está muy blanca. El agua no nos servía, será el material (cal) o no sé porque tan solo para la ropa quedaba muy mestiza al lavarla y no se diga la ropa negra. Y para los frijoles se corta el agua como si se le asentara éste, será con la sal o no sé, queda una parte muy espesa abajo de la olla y el caldo del frijol encima muy claro, así es que no nos servía para cocina. El sabor pues no era igual, pues a veces que cocíamos un café pues todo se quedaba, todo asentado; también, la mitad de esta agua nos sirve para cocinar, últimamente le ponemos poquita sal para que se cortara y si se corta, mire la mitad del agua esta, queda clara y la mitad queda muy espesa abajo, como si tuviera cal. Cuando empezaron hacer el bordo, pensamos que por las piedras que tenía venía la cal, pero ya pasaron los años se fue limpiando y el agua sigue igual de blanca, será por el material que está muy blanco o quién sabe, pero eso es el problema que tenemos aquí con el agua, es agua muy espesa. Y para bañarnos, quedamos todas mestizas como si se bañara la gente con cal. Se le empieza a caer el pellejito, como si la piel fuera quemada, ya ve que a veces uno lava con cloro y como se te empieza a despellejar la piel. Pues, el cabello se empieza a poner feo, a lo mejor se te cae.

Aquí llama la atención que teniendo ya la infraestructura para dotar con 95.5 litros *per cápita* al día, funcionando la planta de tratamiento se resolverían en gran medida las necesidades de agua para consumo doméstico, sobrepasando con mucho la oferta actual y acercándose a los requerimientos de agua más aceptables.

## Una “Esperanza en el desierto”

El gobierno estatal en el 2002 establece un programa de desarrollo social, orientado a la dotación de agua potable conocido como una “Esperanza en el desierto”, promovido en comunidades rurales en condiciones de pobreza y po-

breza extrema (sin luz eléctrica, dispersas, sin posibilidad de construir un pozo, ni integrarse a una red de distribución de agua para consumo humano) con el propósito de llevar agua para consumo doméstico. El Garbanzo es beneficiado, otorgándole un tanque comunal con capacidad de 5 mil litros de agua que les suministran cada quince días por medio



Toma domiciliaria en la población de Corralejo, construida por la SRH, 1961, Pénjamo, Guanajuato. AHA, Colección Fotográfica, caja 595, expediente 16671.

del transporte de pipas. Esta dotación, les representa 2.9 litros diarios *per cápita*. No obstante la demanda del líquido, la distribución era irregular y en el año 2003 se suspende este proyecto. En la actualidad, la presidencia municipal de Irapuato a través de Obras Públicas, esporádicamente envía algún suministro a través del mismo abasto de pipas.

En este contexto los proyectos instrumentados en la comunidad, deducen que todos ellos han sido parciales e insuficientes. Las instancias estatales y municipales como es el caso de los bordos, no planearon su supervisión, carencia de seguimiento y abandono de un programa de acción con la gente. El programa una “*Esperanza en el desierto*” resulta ser antagónico a los planes de bordería y captación de agua de techo, ya que favorece la dependencia exterior de las comunidades a la entrega de agua de pipa y no impulsa a la población a lograr su autosuficiencia en un aspecto tan relevante.

## Situación actual

En El Garbanzo la principal fuente de agua para sus habitantes sigue siendo el acopio en los ojos de agua y manantiales; la cosecha de agua lluvia de techo, representa solo 3.05 litros por persona al día durante dos meses. Una “*Esperanza en el desierto*” en el 2002, significó 2.9 litros *per cápita* al día, actualmente es menor; y el bordo, proporciona agua para bañarse y una porción es para cocinar (a pesar de su calidad). Esta situación, no ha modificado la relación en torno al acopio tradicional con las repercusiones en costo y tiempo invertido en dicha actividad.

En Joyita de Villafaña y La Ordeñita, la disponibilidad de agua no ha cambiado, en parte porque son pequeños propietarios que no han sido beneficiados por proyectos estatales y la naturaleza topográfica favorece la disponibilidad de agua de manantial y ojos de agua cercanos a las casas. Sin embargo, la disponibilidad del consumo *per cápita* es baja, la limitante para un mayor acopio es la falta de infraestructura de almacenamiento. En La Ordeñita a título personal, un productor ha construido una pileta para almacenar agua de lluvia y está en proceso de almacenar agua de lluvia de los techos. En el transcurso del 2003 con la reciente instalación de electricidad, puede ser motivo que nuevos proyectos de suministro de agua tampoco lleguen a las comunidades ya que un criterio excluyente hasta hoy fue la carencia de electricidad.

## Conclusiones

Todos los programas de dotación de agua, establecidas en las comunidades han sido descontinuados y abandonados.

En la cosecha de agua de techos, la población no fue informada de todo el potencial técnico que ofrece y con mayor capacidad de almacenamiento, podrían cosechar más agua porque está subutilizada la capacidad de cosecha; el diseño del proyecto, fue realizado fuera de la comunidad sin considerar la participación de los pobladores.

Con relación al sistema de captación de agua de lluvia promovido por CHOICE, la orientación fue paternalista y de beneficencia. En los ejidatarios (as) no quedó la iniciativa de continuar y no hay una respuesta comunal de mejorar el método, continúa el acarreo de agua y el desplazamiento en su búsqueda con los altos costos ya referidos.

En el caso de bordos, hubo mala ejecución, falta de supervisión y auditoría sobre la calidad de la obra entregada.

En el caso de El Garbanzo, si realmente funcionara la planta de tratamiento para el agua del bordo se tendría una oferta de 95.5 litros por día *per cápita* al año.

Si se construyeran aljibes o cisternas, la cosecha de agua puede significar 16 m<sup>3</sup> de agua limpia de lluvia por casa. También, el bordo requiere construir trampas de azolve e instalar filtros para evitar azolvamiento y contaminación del agua. Todos estos programas, convendrían extenderlos a Joyita de Villafaña y La Ordeñita.

En la instrumentación de los planes se percibe una orientación paternalista, existen inversiones que están paralizadas porque no se capacita a la población involucrada para hacer labores de limpieza y desazolve. Tampoco, hay una organización de productores en torno a la administración, conservación y gestión del agua.

En general, los proyectos instrumentados en la región han sido de asistencia social, no han sido diseñados con una orientación productiva y ninguno de ellos, orientado a capacitar a la gente.



# Aniegos y agricultura en la parte baja del río Aguanaval<sup>1</sup>

Carlos Chairez Araiza<sup>2</sup>

Jacinta Palerm<sup>3</sup>

## Introducción

El presente estudio constituye una descripción de la práctica de los aniegos en la parte baja del río Aguanaval conocida como “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”, al tiempo que realiza una evaluación técnica y económica de la agricultura que se practica bajo este sistema de riego y la agricultura que se practica en la zona de riego del río Nazas, con aguas de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco. Los resultados del trabajo, obtenidos mediante observación, revisión documental, entrevistas y toma de datos de campo, muestran que mientras las crecientes se presenten oportuna y suficientemente, la agricultura que se realice con la práctica de los “aniegos”, económicamente será más rentable que la que se practica en la zona del río Nazas, con agua de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco. Adicionalmente, se observa que en términos de uso y manejo del agua, los “aniegos” (particularmente los de septiembre a octubre) presentan un mayor índice de eficiencia que el sistema de riego que se practica en la zona del río Nazas, al permitir que los cultivos establecidos lleguen hasta la etapa de floración y/o fructificación con tan sólo una lámina promedio de agua en el suelo, igual a 22.50 cm; a la vez que incorporan una cantidad mayor de agua al subsuelo (1.14 m vs 0.49 m).

## Entarquinamiento en cajas de agua<sup>4</sup>

El entarquinamiento de las aguas “brincas”, de “avenida”, o “creciente” que generalmente aparecen en temporada de lluvia, es una técnica de riego que consiste en conducir el agua a depósitos artificiales llamados “cajas de agua”, “bordos”, “cuadros de agua”. La técnica descrita es conocida como entarquinamiento, enlagunar, envasar, entancar o anegar, como es el caso de la Comarca de La Laguna. Típicamente fue utilizada en el siglo XIX, para cultivos de invierno como la lenteja y el trigo y, en La Laguna principalmente, para el cultivo del algodón. En las últimas décadas, se le ha encontrado en los valles de Zamora y Yurécuaro (Michoacán) para cultivo de hortalizas y fresa y, en la Comarca de La Laguna, en la zona baja del río Aguanaval, conocida como “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”, es utilizada para cultivo de hortalizas (calabacita), melón y sandía, forrajes (avena, sorgo, maíz y zacate ballico), gramíneas (maíz y trigo), oleaginosas (cártamo) y sorgo escobero. A pesar de que la técnica de los aniegos es catalogada como ineficiente por las nuevas generaciones de ingenieros agrónomos, todo parece indicar que es una técnica altamente eficiente, en términos de eficiencia global, que permite aprovechar una parte del agua aplicada en el establecimiento de cultivos, mientras que la parte restante se incorpora al acuífero.

En este contexto, el propósito de este ensayo consiste en primer instancia en describir la infraestructura hidráulica

1 Versión preliminar presentada en 2003 en el XIII Congreso Nacional de Irrigación. *Hacia la sustentabilidad de la agricultura de riego*.

2 Colegio de Postgraduados.

3 Colegio de Postgraduados.

4 Ver Jacinta Palerm, Martín Sánchez *et al*, “Técnicas hidráulicas en México, paralelismos con el Viejo Mundo: I. Bimbaletes; II. Galerías Filtrantes; III. Entarquinamiento en cajas de agua, Actas del II Encuentro sobre historia y medio ambiente; Huesca, España, pp. 456-497; y Jacinta Palerm y Martín Sánchez Rodríguez *et al*, “Entarquinamiento en cajas de agua y otras técnicas hídricas”, en J. Palerm (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, Colegio de Postgraduados, México, 2002, pp. 21-76.

necesaria para el aprovechamiento de las aguas broncas de “avenidas” o “crecientes” en la zona baja del río Aguanaval, conocida como “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”; segundo, describir las prácticas culturales necesarias para conservar la humedad en el suelo hasta por diez meses para llevar el cultivo establecido hasta la etapa de floración y/o fructificación, y tercero, diferenciar las ventajas de los aniegos en relación con la forma actual en que se riega en el área del Distrito de Riego 017, con aguas de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco.

## Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca

La región geográfica conocida como “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca” en la Comarca de La Laguna, se localiza entre los meridianos 103° 20' y 103° 05' longitud oeste y los paralelos 25° 25' y 25° 30' latitud norte. Su altura media sobre el nivel del mar es de 1 143 m y políticamente comprende los municipios de Matamoros y Viesca en el estado de Coahuila. Por su posición geográfica, el “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca” se encuentra en la faja que corresponde a los grandes desiertos y por lo tanto, es una zona árida.<sup>5</sup>

## Infraestructura hidráulica

Una vez que las aguas broncas de las “avenidas” o “crecientes” son derivadas del río Aguanaval mediante presas derivadoras del tipo fijo y mampostería y mecanismos de control a base de compuertas metálicas de tipo manual y deslizante, de tamaño variable según el área hidráulica del canal; el agua bronca es conducida por canales principales, que en su trayecto pueden dividirse en canales secundarios y éstos a su vez en canales terciarios, que conducen el agua hasta los compartidores, donde se originan las acequias, que corren paralelas al canal principal o canales secundarios o terciarios, según sea el caso, y que se utilizan para conducir el agua a las parcelas, en donde al inicio de cada parcela se originan las contra-acequias, que corren perpendiculares a las acequias y sirven para introducir el agua a los cuadros, previa

construcción de un represo rústico a base de tierra y ramas sobre el cauce de la acequia. Adicional a la infraestructura indicada, en las márgenes del río Aguanaval, también existen los bordos de protección que resultan indispensables para el control de las inundaciones a parcelas y comunidades, incluso adicional a los bordos indicados, algunas comunidades cuentan con un bordo en su periferia también para evitar inundaciones.

Los compartidores son estructuras de concreto, fijas y sin compuertas; diseñados de tal manera que el caudal que transita por el canal, pueda ser distribuido de forma equitativa entre dos o más acequias y el propio canal y las acequias, como se dijo anteriormente, están construidas en tierra, corren paralelas a los canales, y conducen el agua hasta el punto donde se originan las contra-acequias.

Los cuadros de 2.5 hectáreas, catalogados como depósitos artificiales para almacenar el agua bronca de las “crecientes”, están delimitados por bordos principales en tierra, de forma trapezoidal, de 1 a 2 m de altura, de 2 a 3 m de base y 0.5 a 1 m de corona, sin afine; también están subdivididos por bordos secundarios, cuya altura y número depende de la pendiente del terreno. Los bordos secundarios se trazan perpendiculares a las contra-acequias y permiten seccionar la superficie en cuadros más pequeños, denominados localmente como “cuadro de arriba” o “cuadro de abajo”, cuya función consiste en lograr una distribución uniforme del agua a nivel de parcela. En caso de que los bordos secundarios no se trazaran, el agua de los aniegos, debido a las fuerzas gravitacionales, se correría hacia las partes más bajas provocando encharcamientos, que dificultarían el desarrollo adecuado del cultivo o la preparación oportuna del suelo para la siembra y, análogamente, en la parte alta de los cuadros, se provocarían un déficit de humedad que afectaría la germinación de la semilla o el desarrollo normal de la planta.

En el área que constituye el *delta* del río Aguanaval, y que corresponde a la zona que cubren los ejidos de Nuevo Reynosa, Gabino Vázquez, Emiliano Zapata y Buenavista, la práctica descrita para la realización de los aniegos cambia completamente; ya que al estar alejados del área de influencia de las presas derivadoras y al carecer parcial o totalmente de red hidráulica, sólo reciben los excedentes de las grandes crecientes que las presas de Mieleras, Progreso y del Gatuño no derivaron a sus canales respectivos y que por lo tanto, para soportar el impacto de la corriente, disponen de cua-

<sup>5</sup> Comisión Nacional del Agua, *Plano de isotermas de la Comarca de la Laguna*. México, CNA, 1992.

dros de 100 ha (1 km x 1 km), con bordos más robustos (8 m de base, 2 a 3 m de altura y de hasta 4 m de corona, sin afine) que son inundados directamente por la corriente del río Aguanaval.<sup>6</sup>

De esta manera, puede decirse que para los productores que disponen de presas derivadoras y red hidráulica, el aniego consiste en llenar a los cuadros hasta que el agua alcance una altura de 0.80 m a un metro o bien, hasta que a criterio del agricultor, se considere que los cuadros tienen la máxima cantidad de agua que puede introducirse, sin poner en peligro la resistencia de los bordos; mientras que para los productores que se encuentran en el delta del río Aguanaval, el aniego consiste en inundar los cuadros según la magnitud de la corriente del río Aguanaval.

## Prácticas culturales para conservar la humedad

Los aniegos en el “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca” pueden tipificarse, de acuerdo al tiempo en que se presentan las crecientes, en aniegos de mayo-junio y en aniegos de septiembre-octubre.<sup>7</sup> Los aniegos de mayo generalmente son utilizados como riegos de auxilio para cubrir las necesidades de riego de los cultivos establecidos con aniegos de septiembre y octubre del año próximo pasado y, si son abundantes, se utilizan también para hacer siembras en el ciclo de verano.

Cuando el llenado de los cuadros se hace en el mes de junio, como ocurre generalmente, los productores optan por

6 Entrevistas a José Arcea Dávila, Pánfilo Ruiz Domínguez, Juan de Dios Ramírez Campos y Eneidino Favela Domínguez, usuarios del Distrito de Riego 017 en la zona de riego del río Aguanaval “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”, en 2002, enero-mayo del 2003 y noviembre del 2007.

7 El agua de los aniegos de mayo-junio, en suelos de textura arcillosa, se infiltra en aproximadamente ocho días, en tanto el agua de los aniegos de septiembre tarda aproximadamente quince días; en suelos de textura arenosa, con una lámina de 40 cm porque no es posible mantener una de lámina de 70 cm, en los aniegos de mayo-junio, tarda para infiltrarse aproximadamente 24 horas y en aniegos de septiembre, aproximadamente 48 horas (Entrevista, 2007), en la parte alta del “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”, respectivamente. En tanto, en el área del delta del río Aguanaval, donde los suelos son de textura franco arcillosa y sólo aniegan en septiembre, cuando las lluvias son abundantes en la parte alta de la cuenca del río Aguanaval y el nivel de las crecientes rebasa la altura del vertedor de las presas derivadoras de Mieleras, El Progreso y El Gatuño, el agua de los aniegos tarda para infiltrarse de cinco a seis días (Entrevista, 2007). Probablemente, el tiempo de infiltración indicado para la zona del “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”, no coincide con los 25 a 30 días que se señalan en la bibliografía consultada y entrevistas practicadas a usuarios para el área del río Nazas y Aguanaval, debido al alarmante descenso del nivel estático del agua subterránea, la disminución de las crecientes en número y magnitud por la existencia de presas de almacenamiento, o ambas cosas, concatenadas.

sembrar preferentemente forrajes para cubrir la demanda que ofrece la industria de la leche, aunque también pueden realizar siembras de maíz para grano y sorgo escobero. En caso de que los cuadros sean anegados en los meses de septiembre u octubre, los productores generalmente se deciden por guardar la humedad en el suelo hasta el mes de enero del próximo año, para sembrar melón y sandía de secano, calabacita, sorgo escobero y frijol; aunque esto no implica que algunos productores no se decidan a correr el riesgo de las heladas con siembras de calabacita en el mes de octubre.

## Actividades previas

A finales de cada año e inicios del siguiente, los agricultores deben de realizar ciertas actividades previas al aniego con el fin de captar la máxima cantidad de agua de las “avenidas” o “crecientes” del río Aguanaval. Algunas de estas actividades previas a la práctica del aniego son organizar: (a) a nivel de comunidades, la limpia y desasolve del canal principal, (b) a nivel de comunidad, la limpia y desasolve del canal principal y acequias, (c) a nivel de comunidad, la distribución del agua y resolución de conflictos, y (d) a nivel de grupo de regantes, la limpia y rehabilitación de las contra-acequias; mientras que en lo que respecta al resto de las labores, estas se reducen a la rehabilitación de los bordos de los cuadros y a la realización de un buen barbecho<sup>8</sup> a la profundidad de 30 cm, para favorecer la infiltración rápida del agua y exponer las plagas del suelo a la intemperie. El total de estas actividades, generalmente se realiza en el período de diciembre a marzo del próximo año.

## Prácticas culturales

Una vez que han pasado entre diez y quince días de haber realizado el aniego y que el suelo llega a su capacidad de

8 En la Comarca de La Laguna, la práctica del barbecho es conocida con el nombre de “arrope en seco” y el paso de rastra simple, después del aniego, se le conoce sólo como paso de rastra. Antiguamente, a este paso de rastra se le conocía como “arrope en húmedo” porque al igual que el barbecho, se hacía con arado de vertedera y tracción animal –mulas (Entrevista, 2003).

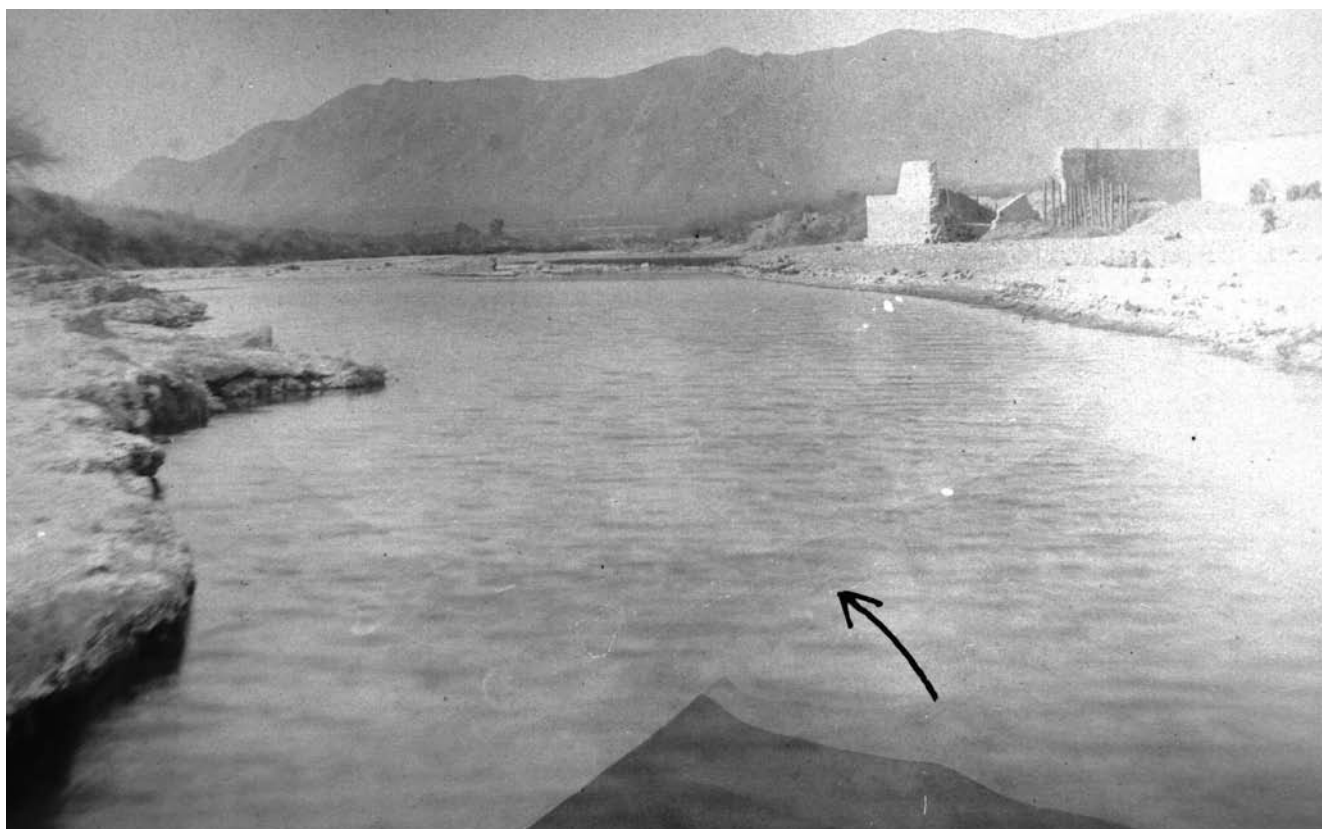
campo,<sup>9</sup> los agricultores inmediatamente realizan un paso simple o doble de rastra de arado, con el fin de preparar la cama para la siembra, al tiempo que eliminan el agrietamiento del suelo por donde se escapa la humedad. Si se trata de aniegos de junio, los agricultores, como se dijo anteriormente, optarán por sembrar preferentemente forrajes y sorgo escobero y sólo se hará necesario las lluvias escasas de la región y una lámina de riego adicional de aproximadamente 30 cm de las crecientes subsiguientes, para llevar el cultivo hasta la etapa de fructificación.

Llama la atención el hecho de que el costo de cultivo bajo el sistema de aniego es sumamente pequeño con relación al costo de cultivo que se practica en la zona del río Nazas, con aguas de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco. Ello se debe a que los productores del área indicada,

sólo ocasionalmente se ven en la necesidad de realizar ligeras aplicaciones de algún agroquímico para atacar el pulgón y la chinche apestosa y, por supuesto, no se hace necesaria la aplicación de fertilizantes químicos porque en las aguas “brocas”, según los agricultores, va disuelto el “fertilizante”; tampoco se requieren los riegos de auxilio (tres o cuatro riegos de auxilio para los sorgos y siete para el melón y la sandía que se realizan en la zona del río Nazas con las aguas del sistema de presas); ni la realización de escardas; lo que hace que la agricultura bajo el sistema de aniegos sea más económica que la que se practica en el área del Distrito de Riego 017, con aguas del sistema de presas; al tiempo que permite obtener mayores rendimientos por unidad de superficie, como en el caso de los cultivos de sorgo (ver tablas 1 y 2).<sup>10</sup>

9 La capacidad de campo (CC) de un suelo, los agricultores de la Comarca de la Laguna la miden con tan solo introducir un objeto punzo cortante en el suelo (machete), a la profundidad de 0 a 30 cm. Si el objeto punzo cortante introducido en el suelo no muestra evidencia de lodo en sus caras, significa que el suelo regado ha dejado de estar “pesado” y que por consiguiente, se encuentra a capacidad de campo (CC) y a tiempo para realizar la rastra en húmedo para la siembra, antes de que “se pase” o siga perdiendo humedad (Entrevista, 2003).

10 Es importante señalar que si no se dispone de lluvias en los meses de abril-mayo y/o de las crecientes de mayo que son usadas generalmente como riego de auxilio; los rendimientos en la zona del río Aguanaval, se reducen hasta un 40% para melón y sandía de secano con acolchado; y hasta un 70% para cultivos de sorgo. En este año 2003, ante la ausencia de lluvias y las crecientes de mayo, los rendimientos de melón y sandía de secano se redujeron a 13.00 y 11.00 ton/ha, respectivamente.



Presas La Flor en el río Aguanaval, propiedad de Amador Cárdenas, dañada por la crecencia del río, 1910, Matamoros, Coahuila. AHA, Aguas Nacionales, caja 315, expediente 3299.

**Tabla 1. Costo y rendimientos medios reportados para la zona del río Nazas**

Zona	C/Riego Gravedad	Costo (\$/ha)	Rendimiento Medio (Ton/ha)	Precio Medio Rural (\$/Kg)	Valor Cosecha ( \$ )	Valor Actual Neto (Van)	Benef/ Costo (B/C)
Río Nazas	Melón	13 550.01	22.00	1.00	22 000.00	7 284.47	1.62362
	Sandía	11 920.50	25.00	0.80	20 000.00	6 965.09	1.67778
	Sorgo F.	5 578.84	45.00	0.20	9 000.00	2 949.28	1.61324
	Sorgo E.	5 586.75	5.00	1.40	7 000.00	1 218.32	1.25296

Fuente: SAGARPA, 2002.<sup>11</sup>

**Tabla 2. Costo y rendimientos medios reportados para la zona denominada “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”**

Zona	C/Aniego	Costo (\$/ha)	Rendimiento Medio (Ton/ha)	Precio Medio Rural (\$/Kg)	Valor Cosecha ( \$ )	Valor Actual Neto (Van)	Benef/ Costo (B/C)
Río Aguanaval	Melón	9 613.33	22.00	2.30	50 600.00	35 333.34	5.26352
	Sandía	5 583.00	25.00	1.50	37 500.00	27 514.66	6.71682
	Sorgo F.	1 555.00	48.00	0.22	10 560.00	7 762.93	6.79100
	Sorgo E.	1 222.00	7.00	1.70	11 900.00	9 208.17	9.73813

Fuente: Entrevista, 2002.

En lo que respecta a las prácticas culturales que se realizan para conservar la humedad de las crecientes que se registran en septiembre u octubre; hasta los primeros días del mes de enero, para realizar la siembra de calabacita o melón y sandía con acolchado, o hasta el mes de febrero para realizar la siembra de sorgo escobero o sorgo forrajero, los productores, realizan las siguientes actividades: (a) el aniego en las fechas indicadas, (b) un paso de rastra simple a mediados de noviembre y principios de diciembre, para “taponar” las grietas del suelo y evitar las pérdidas de la humedad, (c) si se trata de siembras de melón y sandía estas se realizan a surco y con acolchado, (d) si se trata de siembras de calabacita, éstas se realizan a pozo y con azadón, y (e) si se trata de siembras de sorgo escobero o sorgo forrajero, estas se hacen a surco y se acompañan de un paso de rastra con ramas para “taponar” los espacios por donde pudiera escaparse la humedad y, adicionalmente, se hace un paso de rodadillo para compactar el suelo.

Los cultivos de sorgo escobero y sorgo forrajero sólo requerirán un riego de auxilio con las aguas broncas de

mayo<sup>12</sup> para llegar a la cosecha. El cultivo de calabacita únicamente requerirá dos deshierbes a azadón y la cosecha. En el caso del cultivo de melón y sandía de secano con acolchado, a mediados de febrero, conforme vaya en aumento la temperatura de la región y la planta alcance una altura determinada, se necesitará que se retire el plástico del acolchado al tiempo que se realiza la aplicación de algún fungicida directo al suelo para contrarrestar los efectos de alguna enfermedad fungosa; un primer deshierbe y apisonado con azadón para conservar la humedad en el suelo; tres deshierbes más; un riego de auxilio en el mes de mayo para lograr el cien por ciento de la fructificación y por último, el inicio de la cosecha de melón en los primeros ocho días del mes de mayo y la cosecha de sandía en la tercer decena del mes de mayo. De esta manera, aunque más riesgosas por las heladas que pudieran presentarse en los meses de febrero a abril, las cosechas de melón y sandía que localmente se conocen como cosechas de “secano”, tendrán la oportunidad de incursionar en el mercado en fechas más tempranas que las que se realizan con aguas del sistema de presas, e incluso que las que se realizan con aguas de pozos profundos (generalmente su

11 SAGARPA, Delegación en La Región Lagunera Coahuila – Durango, Unidad de Planeación 2002, *Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Ciudad Lerdo, Durango.*

12 Los aniegos de mayo son particularmente importantes en la práctica de los aniegos de la zona denominada “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca” porque representan la única fuente de agua abundante y porque circunstancialmente, coinciden con la etapa de floración y fructificación de los cultivos que fueron establecidos con las humedades de los aniegos de septiembre a octubre (Entrevista, 2003).

siembra se realiza el día dos de febrero, día de La Candelaria), obteniendo de esta manera, los mejores precios por su anticipación en el mercado.

**Tabla 3. Fechas de probable cosecha**

ZONA	CULTIVO	SIEMBRA	FECHA COSECHA
Río Aguanaval	Melón	Enero-febrero	7-8 mayo
	Sandía		20 mayo
Río Nazas	Melón	15 de marzo	Junio
	Sandía		Julio
Ceballos, Dgo.	Melón	Mayo	Septiembre
	Sandía		septiembre

Fuente: Entrevista, 2003.

## La importancia del acolchado en la conservación de la humedad

La práctica del acolchado en la zona del “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca” se usa únicamente en cultivos altamente comerciales como el de melón y sandía de secano y, consiste en el uso de plásticos para conservar la humedad de las crecientes de septiembre y octubre en el suelo y, para proteger a la planta de las heladas que pudieran presentarse preferentemente en los meses de enero y febrero del próximo año. La conservación de la humedad con acolchado en los meses de enero y febrero tendrá su compensación en el futuro porque circunstancialmente las etapas de desarrollo, floración y fructificación del melón y sandía de secano coinciden con los meses de marzo, abril y mayo, que son representativos de algunos de los meses de mayor evapotranspiración potencial (Eto) en la región.

**Tabla 4. Valores de evapotranspiración máxima calculados con el método de Blaney Criddle y datos de la estación meteorológica de la ciudad de Torreón, Coahuila**

Zona agrícola	Cultivo	Ciclo vegetativo		Eto máxima (cm)
		Siembra	Cosecha	
Río Aguanaval	Sorgos	02 febrero	15 junio	62.80
	Melón	03 enero	08 mayo	57.54
	Sandía	03 enero	20 mayo	62.25
Zona agrícola	Cultivo	Ciclo vegetativo		Eto máxima (cm)
Río Nazas	Sorgos	15 marzo	30 julio	76.50
	Melón	15 marzo	15 agosto	99.70
	Sandía	15 marzo	15 agosto	99.70

El proceso de la conservación de la humedad por el uso de acolchado ocurre de la siguiente manera: (a) el agua que el suelo y la planta pierden por evaporación/ evapotranspiración, es atrapada por la cámara artificial que se construye con el acolchado, (b) el vapor de agua se condensa, (c) una vez que se dan las condiciones, se da la precipitación en forma de lluvia, (d) una parte del agua precipitada, es retenida por el suelo y puesta a disposición de la planta y (e) otra parte nuevamente se evapora, para continuar el proceso hasta que el agricultor destruye la cámara artificial que generalmente se concreta hasta mediados del mes de febrero cuando las temperaturas de la región van en aumento.

Así, si se considera que la siembra de melón y sandía de secano con acolchado se realiza a partir del 3 de enero y el plástico del acolchado se retira a mediados de febrero, los productores de la zona del Aguanaval con la incorporación del acolchado, están evitando que el cultivo pierda por concepto de evapotranspiración, la cantidad promedio de 10.19 cm de la lámina total de agua disponible en el suelo, en un período de aproximadamente cuarenta y tres días, considerados del día 3 de enero al 15 de febrero. Lo anterior también significa que los valores de la evapotranspiración máxima para el cultivo de melón y sandía señalados en la tabla 1, automáticamente se reducen a 47.26 y 52.14 cm, respectivamente.

## Aniego vs riego con aguas del río Nazas

A simple vista pareciera que un terreno que fue anegado con aguas del río Aguanaval, recibe más agua que uno que fue regado bajo el sistema de riego implementado por el DR 017 en la región que domina el río Nazas con aguas del Sistema de Presas (Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco); pero no es así, ya que mientras en un aniego tradicional del río Aguanaval una hectárea recibe una lámina de riego de 0.70 m a 1.29 metros en una sola emisión, en la zona del río Nazas, con cuatro riegos (uno de presiembra y tres de auxilio para los sorgos y siete para el melón y la sandía), según García (2000 y 2002), las láminas de riego aplicadas a nivel de parcela, para los cultivos de sorgo, oscilan en promedio en 1.25 m y para el melón y la sandía, en aproximadamente 1.49 m.<sup>13</sup>

Si se considera que la lámina de riego aplicada en el aniego (1.29 m) se realizó en el mes de septiembre y el inicio de

<sup>13</sup> Entrevista, 2003.

siembra se realiza a principios del mes de enero, entonces la lámina de agua inicial o de partida que debe considerarse para efectos de planeación agrícola, será la que se encuentre en el suelo al momento de realizar la siembra. Dada la importancia que significa este dato para los propósitos de nuestro trabajo, se procedió a realizar muestreos de humedad a profundidades de 0 a 30 cm, de 30 a 60 cm, de 60 a 90 cm y de 90 a 1.20 m en tres lotes que recibieron las aguas broncas de las crecientes de septiembre<sup>14</sup>. Los resultados muestran que la lámina de agua disponible en el

suelo para iniciar las actividades agrícolas bajo el sistema de aniegos es de 17.34 cm para el predio del ejido Mieleras municipio de Viesca y de 30.07 cm (sandía) y 20.09 cm (melón) para los predios del ejido Sacrificio del municipio de Matamoros, Coahuila (ver tabla 2).

Lo anterior evidencia, que de la lámina de agua total aplicada en los aniegos (1.29 m), los agricultores del río Aguanaval, están partiendo de una lámina de agua promedio disponible en el suelo de 22.50 cm para cubrir la evapotranspiración potencial requerida de 57.54 cm del cultivo de melón (en realidad se está hablando de 47.26 cm de Eto al restar 10.28 cm por el efecto del acolchado) y de 62.25 cm para el cultivo de sandía (en realidad se está hablando de 52.14 cm de Eto al restar 10.11 cm por el efecto del acolchado), para el período de enero 3 al 20 de mayo; mien-

14 La selección de los lotes para muestreo de humedad se hizo al azar y en cada uno de ellos se realizaron aforos en las acequias, mediante el método de "Relación sección-pendiente" o también conocido como el método de las huellas máximas, para determinar la lámina de riego total aplicada.

**Tabla 5. Lámina de agua disponible en el suelo según el muestreo de humedad practicado el 3 de enero del 2003, en terrenos que fueron anegados el 22 de septiembre del 2002**

SITIO	Prof. (cm)	Textura	Ps (%)	DA (gr/cm <sup>3</sup> )	CC (%)	PMP (%)	L.aprov. (cm)	L. req. (cm)	Agua actual. (cm)	Vol. agua (m <sup>3</sup> /ha)
Ej. Mieleras CALABACITA	0-30	FAL	29.76	1.36	36.98	18.21	7.66	2.95	4.71	471.04
	30-60	FL	27.89	1.32	35.22	16.24	7.52	2.90	4.61	461.18
	60-90	FL	28.21	1.34	35.64	16.28	7.78	2.98	4.80	479.78
	90-120	FAL	26.32	1.31	36.15	18.13	7.08	3.86	3.22	322.01
<b>Total</b>							<b>30.04</b>	<b>12.70</b>	<b>17.34</b>	<b>1 740.01</b>
Ej. Sacrificio SANDÍA	0-30	A	26.31	1.31	41.94	27.30	5.75	6.14	6.14	614.00
	30-60	A	24.26	1.31	41.66	26.41	5.99	6.84	6.84	684.00
	60-90	A	22.05	1.31	47.69	33.15	5.71	10.08	10.08	1 008.00
	90-120	A	27.53	1.30	45.51	31.17	5.59	7.01	7.01	701.00
<b>Total</b>							<b>23.05</b>	<b>30.07</b>	<b>30.07</b>	<b>3 007</b>
Ej. Sacrificio MELÓN	0-30	A	26.57	1.31	41.94	27.30	5.75	6.04	6.04	604.00
	30-60	A	27.22	1.31	41.66	26.41	5.99	5.68	0.32	31.64
	60-90	A	27.76	1.31	47.69	33.15	5.71	7.83	7.83	783.00
	90-120	A	30.39	1.30	45.51	31.17	5.59	5.90	5.90	590.00
<b>Total</b>							<b>23.05</b>	<b>25.45</b>	<b>20.09</b>	<b>2 008.64</b>
<b>MEDIA</b>							<b>25.38</b>	<b>22.74</b>	<b>22.50</b>	<b>2 249.88</b>

Notas: FAL=Franco arcilloso limoso, FL=Franco limoso y A=Arcilla

tras que aproximadamente 106.50 cm, de la lámina total de agua aplicada, se infiltra o percola.

En contraparte, en la zona del río Nazas, el manejo inherente al recurso agua, hace que de la lámina de riego promedio total aplicada de 1.25 m a cultivos de sorgo, 0.7650 m sean destinados a cubrir la evapotranspiración potencial máxima para el período de marzo a agosto y sólo 0.485 m se infiltran también hacia las capas inferiores. En cuanto a la lámina de riego promedio total aplicada, de 1.49 m para los cultivos de melón y sandía, 0.9970 m serán destinados a cubrir la evapotranspiración máxima y sólo 0.493 m se infiltran o percolan (si es que antes, al igual que en cultivos de sorgo, no se pierden por evaporación, debido al movimiento constante del suelo en los meses más calientes: arroje con rastra de discos aproximadamente a los ocho días del riego conocido como de presiembra o aniego pero de 30 cm de lámina, surcado para siembra a los ocho días posterior al arroje y dos escardas en el ciclo vegetativo).

## Materiales y métodos

- a. Barrena de caja
- b. Balanza de tres barras de 0.10 gr de precisión
- c. Estufa para secado de muestras de suelo con sistema de recirculación
- d. Nivel y equipo topográfico
- e. Entrevistas

## Resultados y discusión

- a. La diferencia de los valores de Valor Actual Neto (VAN) y de Relación Beneficio Costo (B/C) entre la agricultura que se practica en la zona del río Nazas con agua de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco y la agricultura que se practica bajo el sistema de los aniegos en el “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”, se debe a que los costos de inversión por unidad de superficie bajo el sistema de los aniegos resultan más bajos que los que se obtienen con el sistema de riego en la zona del río Nazas y a que sus cosechas logran precios más altos por su incursión temprana en el mercado local y nacional. Por ejemplo, en el caso de la agricultura que se practica bajo el sistema de los aniegos, el costo por unidad de superficie es más bajo porque no existe la necesidad de la adquisición y

aplicación de fertilizantes químicos, ni la realización de escardas (cultivos), ni la realización de dos o más riegos de auxilio, ni la aplicación generalizada de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades y además, el precio medio rural estipulado, está libre de los costos de acarreo y cosecha. En el caso de los cultivos con acolchado, es importante señalar, que el precio de un kilogramo de plástico (transparente), con aproximadamente 35 metros lineales y un ancho de 1.10 m, es de tan sólo 19 pesos. En cuanto a los precios, las cosechas de los aniegos, son mayores hasta por arriba de un cien por ciento.

- b. Todo parece indicar que en términos de eficiencia global, la práctica de los aniegos supera ampliamente al sistema de riego que se practica en la zona del río Nazas, porque la primera coincide con los meses de menor evapotranspiración potencial (septiembre-marzo), mientras que la segunda se realiza en los meses de mayor evapotranspiración potencial (marzo a agosto). Por esta misma circunstancia y por el hecho de guardar el agua en el suelo, incorporan una cantidad mayor de agua al subsuelo. Así, la práctica de los aniegos, debiera de ser estudiada ampliamente para analizar su efecto en la recarga artificial de acuíferos sobreexplotados.
- c. El uso de los plásticos (acolchado) para cultivos de melón y sandía de secano, es relevante porque aparte de evitar las pérdidas por evapotranspiración, también protegen al cultivo del efecto de las heladas y permiten el aprovechamiento del calor de la radiación solar, en el desarrollo de la planta.

## Conclusiones

- a. Bajo el esquema actual que se practica la agricultura en la zona denominada “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca” y siempre que las crecientes del río Aguanaval sean oportunas y suficientes, esta será económicamente más rentable que la que se practica en la zona del río Nazas, con agua de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco (ver valores de VAN y B/C en tablas 1 y 2).
- b. Las siembras de enero y febrero que se realizan con el agua de las crecientes de septiembre, por coincidir con los meses de menor evapotranspiración en la región, requieren de menos agua que los cultivos que son establecidos en los meses de marzo-abril, en la zona del río Nazas, con el agua del sistema de presas (ver valores de Eto máxima en tabla 4).



- c. En términos de uso y manejo del agua, los “aniegos” de septiembre presentan un mayor índice de eficiencia que el sistema de riego que se practica en la zona del río Nazas, al llevar los cultivos establecidos hasta la etapa de floración y/o fructificación con tan sólo una lámina promedio de agua en el suelo igual a 22.50 cm (ver valores de lámina de agua disponible en el suelo en tabla 5).
- d. La práctica del “entarquinamiento” o “aniego” aporta cantidades mayores de agua al subsuelo (1.06 m) que el riego tradicional que se practica en la zona del río Nazas, con aguas del sistema de presas (aproximadamente 0.49 m).
- e. El uso de plástico para acolchado en los cultivos de melón y sandía de secano, evita que los productores del “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”, pierdan por concepto de evapotranspiración máxima (Eto), una cantidad aproximada de 10.28 y 10.11 cm, respectivamente.
- f. Existe una serie de beneficios secundarios derivados de la práctica de los aniegos, como el lavado de sales, que aún no han sido debidamente estudiados en el área del “Cuadro Bajo de Matamoros y Viesca”. Probablemente los altos

rendimientos en forraje y sorgo escobero que se obtienen sobretodo en los aniegos de mayo-junio, están relacionados indirectamente con los bajos valores de conductividad eléctrica que se obtienen al reducir la concentración de sales en la zona radicular.



*Presas y bocatoma que deriva agua del río Aguanaval para irrigar terrenos de la hacienda San José del Aguaje, 1928, Viesca, Coahuila. AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 1253, expediente 17217. Número de Inventario 05-5265.*

# Las gavias de Canarias y las cajas de agua mexicanas: semejantes soluciones en ambas orillas del Atlántico<sup>1</sup>

Antonio C. Perdomo Molina<sup>2</sup>

Jacinta Palerm<sup>3</sup>

## Introducción

Diseminados por todo el mundo existen una gran diversidad de sistemas que como base común presentan la concentración de las aguas de escorrentía con el propósito de obtener producciones agrícolas, donde éstas serían imposibles de obtener o de muy difícil consecución. A nivel internacional han sido muchos los autores que han acuñado distintos términos para nombrar y clasificar los diferentes métodos empleados, en general al conjunto de ellos se les ha venido a denominar sistemas de recolección de aguas (“*water harvesting*”).<sup>4</sup>

En las islas más áridas del archipiélago canario, y en las áreas áridas de sotavento de las islas más húmedas, se desarrolló un sistema de cultivo, llamado de *gavias*, que permitió obtener cosechas donde las condiciones climáticas eran adversas a la producción de alimentos. Este sistema aún perdura en Fuerteventura y aparece también, aunque muy disminuido, en Lanzarote. El sistema de cultivo en *gavias* presenta una serie de analogías con el *entarquinamiento en cajas de agua mexicano*. El presente trabajo pretende reflejar las similitudes que existen entre ambos sistemas en cuanto a sus elementos estructurantes y funcionamiento básico, así como constatar la existencia de algunas diferencias.

Para el caso mexicano se retomaron los siguientes trabajos generales: Palerm y Sánchez<sup>5</sup> y específicos: para el Bajío

histórico: Eling y Sánchez,<sup>6</sup> Sánchez,<sup>7</sup> para el valle de Zamora: Velázquez et al;<sup>8</sup> para el valle de Coeneo-Huaniqueo López Pacheco et al,<sup>9</sup> Equihua Pimentel y Palerm;<sup>10</sup> para la Comarca Lagunera: Chairez y Palerm,<sup>11</sup> Chairez et al;<sup>12</sup> el caso del valle de Yurécuaro al igual que el caso de Tehuacán están mencionados en Palerm y Sánchez.<sup>13</sup> En el caso de Canarias los trabajos que han servido de base para la presente colaboración han sido: en primer lugar los que J. M. Ontañón

España, 2001, pp. 456-497; Palerm, J.; M. Sánchez Rodríguez et al., “Entarquinamiento en cajas de agua y otras técnicas hídras”, en J. Palerm (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, México, Colegio de Postgraduados, 2002, pp. 21-76.

6 Eling H., y M. Sánchez, “Presas, canales y cajas de agua: la tecnología hidráulica en el Bajío mexicano”, en J. Palerm y T. Martínez Saldaña (eds.), *Antología sobre pequeño riego*. vol. II, *Organizaciones autogestivas*, México, Colegio de Postgraduados, 2000, pp. 97-132.

7 Martín Sánchez Rodríguez, “El granero de la Nueva España. Uso del entarquinamiento para la producción de cereales en el Bajío mexicano”, en *XI Congreso Nacional de Irrigación/ExpoAgua 2001*, Guanajuato, Guanajuato, 2001. Memorias in extenso en CD.

8 Velázquez Machuca, M.; J. L. Pimentel Equihua y J. Palerm, “Entarquinamiento en cajas de agua en el valle Zamorano: una visión agronómica”, en J. Palerm (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, México, Colegio de Postgraduados, 2002, pp. 77-116.

9 López Pacheco, E., J. L. Pimentel Equihua; M. Sánchez; J. Palerm et al., “Buscando la autogestión en las cajas de agua del valle de Coeneo-Huaniqueo, Michoacán”, en *VIII Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia*, Chihuahua, Chihuahua, 20 al 22 de Agosto de 2001. Memorias in extenso en CD.

10 Pimentel Equihua, J. L., y J. Palerm, “Entarquinamiento y organización social en el valle de Coeneo-Huaniqueo, Michoacán”, en *XI Congreso Nacional de Irrigación/ExpoAgua 2001*, Guanajuato, Guanajuato. 2001. Memorias in extenso en CD.

11 Chairez, C., y J. Palerm “Aniegos y agricultura en la parte baja del río Aguanaval”, en *XII Congreso Nacional de Irrigación. Hacia la sustentabilidad de la agricultura de riego*, Memorias, ANEI, México, 13 al 15 de agosto de 2003; “El entarquinamiento: el caso de la Comarca Lagunera”, en *Boletín Archivo Histórico del Agua: Organizaciones autogestivas para el riego*, nueva época año 9, 2004, publicación de aniversario (10 años), México, CONAGUA-CIESAS, pp. 85-97; “Importancia del río Aguanaval en la recarga al acuífero principal de la región lagunera de Coahuila y Durango”, *Boletín Archivo Histórico del Agua*, año 10, núm. 29, enero-abril, 2005, México, CONAGUA-CIESAS, pp. 3-20.

12 Chairez, C.; J. Palerm; L. Tijerina; L. Jiménez; T. Martínez Saldaña, “La regulación del río Nazas ¿cierto o desacierto?”, en *AgroNuevo*, año 2, núm. 11, 2006, pp. 33-60.

13 Palerm, J.; M. Sánchez Rodríguez et al., “Entarquinamiento en cajas de agua y otras técnicas hídras”, en J. Palerm (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, México, Colegio de Postgraduados, 2002, pp. 21-76.

1 Versiones preliminares de este ensayo se presentaron en 2002 en el *XV Coloquio de Historia Canario-Americana*, Canarias, España y en 2003 en el *11 International Conference on Rainwater Catchment Systems*, México.

2 Colegio de Postgraduados.

3 Colegio de Postgraduados.

4 Critchley, W. y K. Siegert, *Water harvesting*, FAO, Roma, Italia, 1991.

5 Palerm, J.; M. Sánchez Rodríguez et al., “Técnicas hidráulicas en México, paralelismos con el Viejo Mundo: I. Bimbaletes; II. Galerías Filtrantes; III. Entarquinamiento en cajas de agua”, en *Actas del II Encuentro sobre historia y medio ambiente*, Huesca,

realizó con la empresa ALCION S.A., en 1981, así como su artículo publicado en 1983;<sup>14</sup> igualmente las aportaciones de Quirantes<sup>15</sup> sobre el “regadío eventual” en Canarias; al igual que las tesis doctorales de Torres<sup>16</sup> y Díaz<sup>17</sup> y, por último, el estudio general sobre gavias de Perdomo.<sup>18</sup>

## Los principios básicos compartidos

Cuando el investigador pretende comparar distintos sistemas de cultivo presentes en diversos lugares del planeta ha de hacer frente al problema que supone trabajar sobre descripciones, relativamente cortas, de fenómenos complejos.

14 Ontañón, J. M., “Sobre el porvenir de las gavias en Fuerteventura”, en *Gaceta de Canarias*, Núm. 7, 1983, pp. 45-47.

15 Quirantes, F., “El regadío en Canarias. Interinsular Canaria S. A.”, Tomo I y II, México, Universidad de La Laguna, Torreón, Coahuila, 1981.

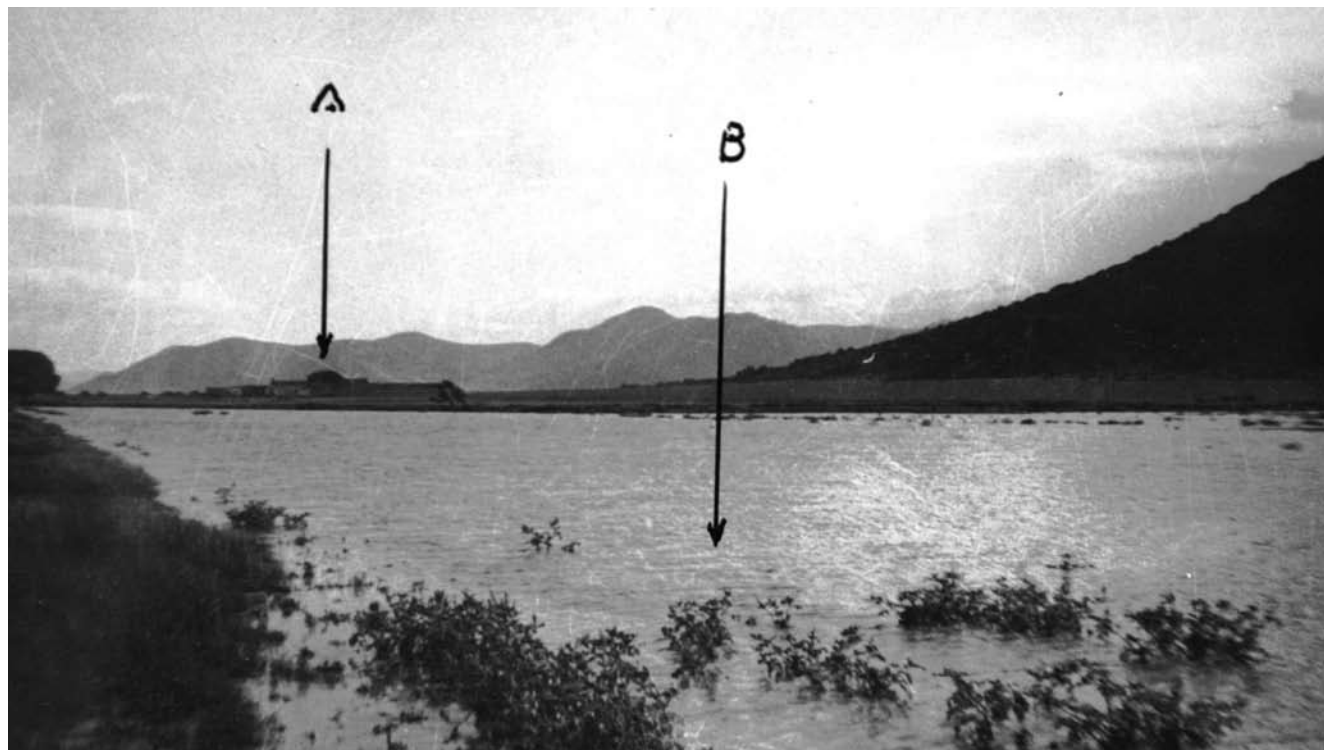
16 Torres, J. M., *El suelo como recurso natural: proceso de degradación y su incidencia en la desertificación de la Isla de Fuerteventura*, Tesis doctoral (inédita), Universidad de La Laguna, Torreón, Coahuila, 1995.

17 Díaz Peña, Francisco, *Sistemas agrícolas tradicionales de las zonas áridas de las Islas Canarias*, Tesis doctoral (inédita), Universidad de La Laguna, Torreón, Coahuila, 2004.

18 Perdomo Molina, Antonio C., “El sistema de cultivo en “gavias” de Fuerteventura (Islas Canarias, España): la gestión del agua en un espacio árido”, en J. Palerm (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, México, Colegio de Postgraduados, 2002.

Una vez superado este difícil obstáculo es necesario fijar cuales son los principios básicos de semejanza o discrepancia entre los sistemas y es ésta una tarea ciertamente ardua y que se presta a un sin fin de especulaciones. Sin embargo trataremos a continuación de fijar cuales son estos principios en el caso mexicano y en el canario. Uno de los fundamentos básicos de ambos sistemas es la coincidencia que existe entre la parcela de cultivo y el lugar donde se concentran las aguas recolectadas. Es decir, a diferencia de otros sistemas de recolección de aguas existentes en el mundo, las aguas se dirigen hacia una parcela que será la que se cultivará, este terreno está, por lo tanto, adaptado a retener el agua durante un cierto tiempo, el necesario hasta que se infiltre totalmente. Una vez que el terreno alcanza el tempero, se procede al laboreo del mismo y su siembra. En el caso de Fuerteventura los cultivos de *gavias* han derivado hacia una variante donde la parcela de almacenaje no coincide con la cultivada, se trataría de las que denominamos *gavias de recarga*,<sup>19</sup> cuya evolución en cuanto a dimensiones ha venido a constituir las *maretas o presas secas*, se trataría de pequeños embalses que tienen por función principal la recarga del acuífero del que se alimentan los pozos, o bien

19 *Ídem*.



Terrenos entarquinados de la hacienda Mazatepec con aguas de la barranca Honda o San Juan, 1953, Libres, Puebla. AHA, Aguas Nacionales, caja 945, expediente 11982.



Obras hidráulicas para entarquinar terrenos de la hacienda San Pedro Rojano, propiedad de Francisco Sola, con aguas del arroyo Xolotlaco, 1910, Lardizábal, Tlaxcala. AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 1073, expediente 15073.v

sirven de almacén temporal de agua, que luego se aprovecha para el riego mediante el bombeo de la misma.<sup>20</sup>

Este principio básico fundamental ha condicionado el que la parcela deba de situarse en lugares llanos, pudiendo tener una ligera pendiente en el caso mexicano al embalsar, como veremos, un mayor volumen de agua. Si el terreno tuviese una pendiente pronunciada las obras necesarias para retener idéntico volumen de agua, implicarían unos recursos tecnológicos, que no estaban a disposición de las poblaciones locales en el momento en que se adoptaron estas técnicas. En Canarias existe un sistema de cultivo para las zonas áridas de elevada pendiente: *los nateros*. En ellos las dimensiones son mucho menores y el terreno de cultivo se va creando progresivamente en el fondo de un barranquillo con el aporte de los sedimentos que arrastra el agua.<sup>21</sup> Como indicamos, las *gavias* y las *cajas de agua*, por el contrario, se sitúan en lugares llanos o de ligera pendiente, diferenciándose además de los cultivos en pendiente por aparecer en lugares donde existen tierras de cultivo previas, aunque, sin lugar a dudas, los sedimentos aportados por la escorrentía colaboran a enriquecer la fertilidad del conjunto.

Relacionado con este aspecto, es interesante observar que en varios lugares de México las *cajas de agua* se asientan en lugares denominados *ciénegas* (sinónimo de las *ciénagas españolas*), es decir, en sitios donde, a pesar

de la relativamente escasa precipitación, el agua se concentra encharcando el territorio. En Fuerteventura existen así mismo unas cuencas endorreicas, en la zona de Lajares y la Oliva, donde las *gavias* están profusamente presentes. Se plantea la hipótesis de que estos sistemas puedan haber evolucionado a partir de la observación que el campesino realiza sobre la posibilidad de obtener buenas cosechas en aquellos lugares donde el agua quedaba encharcada más tiempo, bien por carecer de drenaje o por tener una evacuación muy lenta.

De la necesidad de acumular el agua en la parcela de cultivo nace la siguiente característica común a los sistemas aquí descritos, la presencia de un cierre de tierra que rodea la parcela de cultivo. Se trata del llamado *trastón canario* o *bordo mexicano*, podemos encontrarlo por los cuatro costados de la parcela o en parte de ellos, según la posición que ocupe ésta con relación al resto de los terrenos o según la pendiente del terreno. Este cierre elemental puede ser de tierra sólo o estar reforzado con piedras, especialmente en su sustentación. En el caso canario puede aparecer reforzado, parcial o totalmente, con arbustos silvestres, como los tarajales (*Tamarix canariensis*), o frutales, como las higueras (*Ficus carica*). Respecto a la altura de los mismos, ésta será abordada en el apartado de diferencias entre los sistemas. El cierre debe resistir el empuje del agua durante todo el tiempo que esta permanece estancada, puesto que un *portillo* o fisura en su estructura provocaría daños irreparables al canalizar el agua de una manera concentrada sobre las siguientes parcelas. El término *trastón*, a juicio de los estudiosos del léxico canario, debe provenir del uso metafórico del apelativo “trasto”, que se usa para denominar a un objeto inútil, aumentado con la terminación en -ón, y usado para referirse a esa porción del terreno que es inútil

20 La administración insular, el Cabildo de Fuerteventura, ha apostado, desde 1981, por la construcción de presas secas; en 1989 se contabilizaban 121 presas secas, con capacidad de embalsar 3 hm<sup>3</sup>, véase Plan Hidrológico Insular de Fuerteventura, 1999.

21 Los nateros presentan también algunas semejanzas con las mexicanas *jollas* de la Mixteca Alta, véase María Rivas, Jacinta Palerm, Abel Muñoz, Jesús Cuevas y Tomás Martínez, “Las jollas” en la mixteca oaxaqueña. Una técnica Tradicional de captación de agua de lluvia para riego”, en J. Palerm y R. García Blanco (comp.) Memorias in extenso del Simposio CIEN 06, *El acceso al agua en la historia de América* (Sevilla, España del 17 al 21 de julio del 2006), Colegio de Postgraduados, México, 2006.

al cultivo, aunque su funcionalidad sea imprescindible para el conjunto.<sup>22</sup>

Siendo el elemento principal de estos sistemas de recolección de agua, el *bordo* o *trastón*, no es el único elemento estructurante que podemos encontrar en los mismos, de entre ellos cabe destacar los siguientes:

### **El caño de las gavias o los canales de las cajas de agua:**

Se trata de la conducción que conduce el agua hasta el terreno. Puede consistir en un canal simple o en una verdadera red que se divide y jerarquiza en conducciones principales y secundarias. Presenta distinto nivel de complicación según la evolución tecnológica del momento en que se pone en cultivo la parcela o según los recursos disponibles por el propietario de la misma, así encontramos desde los más sencillos de tierra o excavados en roca, a los que tienen su recorrido o parte del mismo revestido de cemento.

### **La torna y el desagüe canario y las compuertas de llenado/vaciado mexicanas:**

Los puntos por el cual el agua penetra en la parcela y por donde es evacuada, reciben una especial atención en el sistema de cultivo. Se trata de un lugar de debilidad del cierre y por ello presentan diverso grado de complicación y de refuerzo. Desde los más sencillos, que tan sólo presenta un rebaje a la altura del caño, a obras de mayor complicación estructural con compuertas. En cualquier caso lo ideal es que ambos elementos se encuentren reforzados al menos con piedras o ramas secas, empleándose usualmente las de la planta conocido por ahulaga (*Launaea arborescens*) en Canarias, o incluso cemento y compuertas de madera o metálicas para las más modernas. La salida del agua es importante puesto que marca el nivel de llenado de la parcela de cultivo, enviando el agua sobrante al barranquillo o bien a la parcela siguiente cuando está llena. Una norma constructiva tradicional en Canarias suele ser la de abrir un desagüe de al menos el doble de anchura que la torna, pudiendo medir algunos más de 1.5 metros de ancho. En México, según una descripción para el valle de Zamora, las

estructuras de llenado y vaciado se localizan al interior y al exterior de la caja: al pie del bordo en el lado interior de la caja, se construye una zanja o canal que corre paralela al bordo y cuya función es tomar el agua del canal común para alimentar la caja durante el entarquinamiento o el riego. Por la parte externa de la caja puede existir un desagüe común entre dos cajas, un canal formado por el espacio entre paredes externas de los bordos de cajas vecinas, la caja vecina o adyacente tiene a su vez en la base de dicho bordo y al interior de su parcela, una contra zanja que evita o disminuye la minación (capilaridad lateral) hacia la primer caja durante el entarquinamiento de aquélla.

### **Obras de derivación:**

En algunos casos de las Canarias, las llamadas *gavias de fondo barranco* y en casi todas las de México, existen estas estructuras para el desvío del flujo del agua que circula por los cauces torrenciales. Mediante estructuras sencillas se obliga al agua a desviarse de manera que se introduzca directamente en la parcela o en una conducción que las transporte hacia las mismas.

A diferencia de otros sistemas como los *nateros* ya mencionados, en las *gavias* y en las *cajas de agua*, el cierre de tierra no va creciendo en altura según se acumulen sedimentos detrás, pero aún así, es necesario realizar labores de mantenimiento periódicas. En el caso de México se emplea el *paleo* manual de los bordos para rehacer su ancho y alto, y la eliminación de las malezas que crecen reteniendo la velocidad de distribución del agua. En Fuerteventura gran parte de las labores son realizadas mecánicamente utilizando para ello el servicio que el cabildo insular de la isla ha puesto a disposición de los agricultores, para ello cada agricultor puede utilizar una cuota gratuita de 15 horas de laboreo. Esta política ha frenado el proceso de abandono pero no ha garantizado en modo alguno la funcionalidad del mismo, puesto que es imprescindible, para que funcione, mantener en buen estado los caños, individuales y colectivos, y también las tornas y rebosaderos de las parcelas de cultivo y lo normal es que estas tareas no puedan realizarse con maquinaria, sino que requieren del trabajo manual.

Como podemos ver, existe una importante carga de mantenimiento que en algunos casos es comunitaria, esto es especialmente cierto en lo referido al mantenimiento de las conducciones que surten a distintas parcelas. Las aguas superficiales en Canarias tienen la consideración de públicas

22 Trapero, Maximiano, *Diccionario de toponimia canaria: léxico de referencia oronímica*, Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, Santa Cruz de Tenerife, España, 1999.

y cualquiera está en el derecho de desviar las aguas hacia su terreno. Eso sí, debe respetar el turno que obliga la posición de su terreno, y no debe aprovechar más que el agua que es necesaria para que se llene. Los terrenos se llenan por riguroso turno en virtud de su posición respecto a la entrada del agua, desde las situadas a mayor cota hasta las inferiores, lo que implica que durante aquellas precipitaciones que provocan escorrentías el agricultor ha de estar pendiente a abrir o cerrar las entradas, bien para permitir el llenado de su parcela o dejarla discurrir hasta la siguiente.

Además, como hemos indicado, debe controlar roturas que serían devastadoras. Este proceder se regulaba mediante normas consuetudinarias, pero es inevitable que surjan conflictos, tanto más patentes cuanto que nos encontramos, especialmente en Canarias, ante una pérdida de los conocimientos agrícolas tradicionales por la terciarización de la economía. En el valle mexicano de Zamora los conflictos se manifiestan también con relación a la minación. Los canales que evitan esta circunstancia se convierten en referente físico importante cuando existen daños en los cultivos de cajas vecinas, cuando hay un problema causado por la *minación* existe el compromiso entre agricultores de solucionar los mismos e incluso suspender el entarquinamiento. En este caso, lo primero que revisa el agricultor acusado son las estructuras de desagüe de la caja del acusador, si se observa que los desagües no están contruidos o bien hechos, este se niega a pagar daños o suspender el entarquinamiento. La controversia puede requerir la intervención de las autoridades.

Como indicamos, las *gavias* y las *cajas de agua* pueden permitir el paso del agua a otras parcelas hasta completar el riego de un área determinada. A este conjunto organizado de tal modo se le denomina en Canarias *rosa*. En México, aunque es el caso generalizado no se utiliza ningún vocablo en especial. El término empleado en Canarias no tiene ninguna relación con la flor del mismo nombre, aunque su uso ha podido llevar a error a múltiples estudiosos y viajeros a lo largo de la historia. Su origen hay que buscarlo en la evolución, debida al seseo del español atlántico, de la voz *roza* del verbo *rozar*, es decir, el proceso de roturación de terrenos vírgenes. Maximiano Trapero<sup>23</sup> mantiene que la pronunciación en /s/, tradicional en el español de las islas, llevó a la escritura del mismo con -s- y al olvido de su sentido primigenio, tal y como sucede con otras palabras

en Canarias. En los casos en que las parcelas de cultivo no reciban el agua directamente sino desde otra parcela, puede existir una que haga de principal y distribuya el agua a las siguientes, en México a esta caja de agua se le llama "*caja recibidora o caja llave*".

Como vemos las *gavias* pueden suministrarse de agua desde un cauce que transporta aguas esporádicamente, como un barranquillo o barranco, o bien desde una zona de recogida de aguas de escorrentía. En el caso de las cajas de agua, la captación se produce siempre basándose en las aguas de arroyada, denominadas aguas broncas, bien captándolas desde el cauce de un río, o bien desde un arroyo que conduce aguas esporádicamente.

Las *gavias* de Fuerteventura en su momento histórico de mayor uso, no superaron las 3 800 ha, de las cuales en 1981 sólo quedaban en cultivo 104 ha,<sup>24</sup> estas cifras están muy alejadas de las más de 100 000 ha que han sido regadas mediante *cajas de agua*, pero sin lugar a dudas, aún siendo una superficie pequeña, han estructurado el paisaje agrario de Fuerteventura. Así es, la proporción de *gavias* respecto a la escasa superficie útil insular si alcanza valores significativos, las *gavias* representan el 45 % de la superficie agrícola útil de la isla, y en algunos municipios, Puerto del Rosario y la Oliva, llega a superar el 60 % de sus tierras de cultivo. Estos dos municipios norteños agrupan más de las tres cuartas partes de las *gavias*, tanto en cultivo como abandonadas. La distribución de las mismas no es uniforme a lo largo de la geografía insular, los municipios del norte son los que presentan una mayor superficie de cultivo de *gavias*. Las razones de esta distribución precisan de una investigación más profunda que el presente trabajo, pero podemos apuntar algunas causas de este desigual reparto. Por un lado situaríamos las causas de tipo "natural", fundamentalmente la distribución de los suelos y la orografía, pero estas circunstancias no explicarían por sí solas tal distribución, creemos que otros factores, como la diferente disponibilidad de recursos hídricos de la isla, han de ser tenidos en cuenta. El regadío se sustenta fundamentalmente en pozos que se sitúan principalmente en el sur, mientras que los municipios del norte, La Oliva y Puerto del Rosario, sólo concentran una pequeña parte de los mismos. Este factor, presencia/ausencia de pozos, introduce en la explicación de la distribución espacial variables distintas de

23 Ídem.

24 ALCION S.A., *Estudio de la utilización actual de la tierra en la Isla de Fuerteventura*, IRYDA, Las Palmas de Gran Canaria, España, 1981.



*Siembra de arroz en terrenos entarquinados con agua del río Actopan, suministrada por el sistema de riego particular La Esperanza, 1953, Actopan, Veracruz. AHA, Aguas Nacionales, caja 749, expediente 8855.*

las ecológicas, puesto que concurren en él otros aspectos, como la capitalización de la agricultura o la estructura de la propiedad, que influyen directamente en la aparición del regadío. Es decir, es necesario prestar atención también a los condicionantes socioeconómicos y culturales para explicar esta diferenciación espacial.

### **Las diferencias geográficas y climáticas**

En primer lugar, no podía ser de otro modo, destaca entre ambos sistemas una gran diferencia en cuanto a la terminología empleada, además de las reseñadas, es de destacar la multitud de nombres que recibe el proceso de llenado y drenaje de las aguas en México, así encontramos *entarquinar*, *envasar*, *enlagunar*, *entancar* y *anegar* como términos utilizados frente al único de beber las *gavias* de Fuerteventura.

Sin embargo, las más importantes diferencias entre los dos sistemas tienen, a nuestro entender, causas geográficas o climáticas que a continuación destacamos.

La diferencia más palpable está relacionada con las dimensiones de ambos sistemas. Viene claramente marcada por el diferente ámbito, continental e insular, en que se desarrollan estos sistemas de cultivo. Mientras el espacio en las islas es reducido, en México no se sufre esta limitación, es por ello que encontraremos *cajas de agua* que pueden superar las 150 ha, mientras que las *gavias* se sitúan en una media de 3 000 metros cuadrados. En el ámbito continental son excepcionales las cajas de menos de una hectárea, mientras que para Canarias la excepcionalidad es justamente la contraria.

Ambos sistemas se sitúan en regiones donde las precipitaciones no son suficientes para compensar las necesidades hídricas de los cultivos o en lugares en los cuales se quiere obtener cosechas en los momentos en que no hay precipitaciones, por ejemplo, en el valle de Zamora la precipitación anual pueda alcanzar los 800 mm, usándose el entarquinamiento para los cultivos de invierno que no reciben aguas de lluvia. En la Comarca Lagunera y en el valle de Tehuacán mexicanos es imposible cultivar de secano sin

los aportes añadidos que se obtienen mediante las cajas de aguas, mientras que en el Bajío o en Michoacán, las lluvias de temporada, concentradas en primavera-verano, permiten obtener cosechas de plantas nativas (maíz, *Zea mays* o frijol, *Phaseolus vulgaris*) que no soportan heladas invernales, mientras que las cajas se emplean para almacenar el agua destinada a obtener una cosecha con plantas en el invierno, especialmente con el algodón (*Gossypium herbaceum*) y el trigo (*Triticum sp.*).

En la isla de Fuerteventura la humedad relativa, constante a lo largo del año, se cifra en un valor medio inferior al 70 %. Estos valores, junto con las temperaturas elevadas, vientos constantes y fuertes y un elevado número de horas de insolación, provocan una altísima evaporación y unas condiciones de aridez extremas, especialmente si lo comparamos con el resto del Archipiélago. Por otro lado, las

precipitaciones de las zonas de la Isla que reciben más lluvias no superan los 250 mm/año (cumbres de Jandía), existiendo muchos espacios, especialmente en la costa, que apenas superan los 80 mm/año, la precipitación media no alcanza los 150 mm/año. Por si fuera poco, las escasas precipitaciones tienen un marcado carácter irregular, concentrándose en pocos días del año y existiendo áreas en las cuales durante varios años son prácticamente inexistentes. La máxima precipitación se recibe en diciembre, mientras que junio, julio y agosto son meses en los cuales es casi inexistente. Con estas condiciones las lluvias quedan muy lejos de cubrir los mínimos indispensables para satisfacer las necesidades de los vegetales en una agricultura de secano.

Como vemos aparece aquí una diferencia sustentada en el diferente clima, puesto que en México las lluvias se producen en primavera-verano, mientras que es diciembre el



Presa y compuerta de Atotonilco para derivar agua de la barranca de San Lorenzo Hostotipac u Ometepep, para regar y enlamar terrenos de la hacienda Santa Catarina Ajapuzco, 1914, San Juan Teotihuacán, Edo. de México. AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 1180, expediente 16481.



mes más lluvioso de la isla de Fuerteventura. Esta distinta estacionalidad en las lluvias lleva a que mientras en el continente americano interesa retener las lluvias mucho tiempo, más de 2 o 3 meses,<sup>25</sup> para poder cultivar los cultivos de invierno, en Canarias, los terrenos tan sólo permanecen encharcados de 3 a 10 días dependiendo de la capacidad de drenaje de los mismos.

Los cultivos, relacionados directamente con las condiciones climáticas del lugar también difieren. En Canarias predomina de manera tradicional los cereales, siendo los más sembrados el trigo, millo (*Zea mays*) y la cebada (*Hordeum vulgare*). También se siembran leguminosas como: los garbanzos (*Cicer arietinum*), lentejas (*Lens culinaris*) y judías (*Phaseolus vulgaris*). Otro cultivo ocasional de las gavias lo constituía el azafrán de la tierra (*Cartamo tinctorium*). También podemos considerar usual encontrar de manera dispersa diversos frutales, especialmente higueras (*Ficus carica*) aunque también otros frutales como albaricoqueros (*Prunus armeniaca*), almendreros (*Prunus dulcis*), algarroberos (*Ceratonía siluqua*). Estas especies han ido retrocediendo enormemente, dejando paso a cultivos con los cuales se obtienen mayores rentabilidades, tales como el tomate (*Solanum lycopersicum*) y la alfalfa (*Medicago sativa*) que se destina a la alimentación animal. Al tratarse de especies mucho más exigentes en agua es necesario modificar el sistema de cultivo, apareciendo en las que hemos denominado “gavias modernas”.

En México los cultivos tradicionales son el trigo, las lentejas y el algodón, y en tiempos recientes las fresas (*Fragaria sp.*) y las hortalizas: papas (*Solanum tuberosum*), cebolla (*Allium cepa*), jitomate (*Lycopersicum esculentum*) y frijol. Además en México ya indicamos que se producen dos cultivos al año, uno en la temporada de lluvias, con especies que no resisten bien las heladas (maíz o frijol) y otro con especies que resisten los fríos (trigo, leguminosas), siendo para estos para los que se almacena el agua en las cajas.

Como señalamos anteriormente, las aguas recogidas por las *cajas de agua* pueden proceder de cauces fijos o temporales pero siempre de “aguas broncas”, mientras que las gavias reciben el agua de barrancos, pero también de un área de *impluvium*. Esto provoca una diferencia más en

los sistemas que se mueve a caballo entre causas de tipo geográfica y climática. Así, los volúmenes embalsados en el caso mexicano son muy superiores a los del caso canario. La lámina de agua que cubre a la parcela mexicana puede alcanzar 1 metro de altura, mientras que en Canarias rara vez se almacena una altura superior a los 30 centímetros. Los recursos de agua de ambos ámbitos son disímiles y esto provoca una diferencia en cuanto a los volúmenes que se almacenan. La existencia de cauces de agua permanentes o que mediante complejas y grandes redes hidrográficas, transportan copiosas “aguas broncas” que en algún caso han llegado a superar los 4 000 m<sup>3</sup>/seg, tiene un marcado carácter continental siendo impensables en el árido marco insular. Por ejemplo en el valle de Zamora cuenta con una importante red hidrográfica compuesta por los ríos Duero y Tlazazalca. Por estos ríos, barrancas y drenes las aguas broncas, provenientes de las serranías que rodean el valle, van descendiendo formándose caudales que se suman a las aguas perennes; a partir de esta disponibilidad de agua se planifica el entarquinamiento.

El volumen de agua almacenado condicionará, por otro lado, la altura de los muros de cierre, así mientras los tras-tones no superan los 75 centímetros, los bordos de las cajas tienen una altura media de 1.5 a 2 metros, pudiendo alcanzar los 4 o 5 metros especialmente cuando tienen que compensar la existencia de pequeños desniveles en las cajas.

## Origen y semejanzas con otras partes del mundo

Hasta ahora hemos reflejado las semejanzas y diferencias entre América y Canarias, pero este tipo de sistemas de cultivo no es exclusivo de estas zonas. Quizás el sistema más semejante se encuentre en un lugar tan lejano como el área de Bharatpur en India.<sup>26</sup> Otros sistemas más próximos a Canarias, pero menos semejantes, serían los que forman el conjunto de los *meskat/mankaa* y *m'goud* de Túnez<sup>27</sup> y en la propia Península Ibérica, el riego mediante aguas de avenida o riego por boqueras, que era usual en Almería,

25 Tan sólo en cultivos de reciente introducción, como la fresa y las hortalizas, el terreno permanece encharcado entre 8 y 60 días. En el Cuadro Bajo de Matamoros de la Comarca Lagunera, para cultivos de calabacita, melón y sandía el agua no se desaloja, posiblemente por un lado las bajas temperaturas no permiten el cultivo, por otro la humedad es demasiado importante.

26 Agarwal, A. y S. Narain (eds.), “Dying wisdom. Rise, fall and potential of India’s traditional water harvesting systems”, Centre for Science and Environment, India, 1997.

27 Perdomo Molina, Antonio C., “Los sistemas de recolección de aguas de Canarias y el Sudeste Peninsular: semejantes soluciones a problemas comunes”, en *XII Jornadas de estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura*, 26 al 30 de septiembre de 2005. Cabildo Insular de Lanzarote, Arrecife de Lanzarote, España.

Alicante o Murcia.<sup>28</sup> Se abre una interesante discusión sobre la posibilidad de que exista algún tipo de relación entre unos y otros, aunque también es posible que ante similares problemas, con una disponibilidad de recursos y conocimientos técnicos semejantes, se hayan obtenido iguales soluciones sin que haya existido un contacto previo.

No sabemos con seguridad cuando comenzó a desarrollarse este sistema en Canarias. En los protocolos notariales de finales del siglo XVI<sup>29</sup> no se habla de *gavias* sino de *vegas*, lo que nos hace pensar que la introducción es más tardía y quizás podríamos relacionarla con la llegada de los primeros esclavos de Berbería. No podemos olvidar que durante muchos años hubo una gran presencia de beréberes en las islas orientales del Archipiélago, fruto de las “razzias o cabalgadas” que los pobladores de Fuerteventura y Lanzarote hacían en el cercano continente africano.

Para México el principal debate se centra en dilucidar entre la posibilidad de que existan antes de la llegada de los europeos y la teoría que relaciona el entarquinamiento con el crecimiento sostenido que sufrió la frontera agrícola

de riego entre los siglos XVIII y XX en El Bajío, superando la antigua frontera mesoamericana.

## Conclusión

Hemos resaltado las semejanzas básicas que comparten ambos sistemas, y estudiado que las diferencias observables se deben a los condicionantes geográficos y climáticos de los ámbitos donde se desarrollan.

Sin embargo, debemos concluir destacando una semejanza más que desgraciadamente comparten ambos sistemas, nos referimos al progresivo abandono que en ambas regiones se está produciendo, los cuales no reciben la suficiente atención de las autoridades y de la comunidad científica. La técnica ha ido cayendo progresivamente en el olvido de la población, y de los técnicos, a pesar de reunir ventajas indiscutibles como permitir obtener cosechas en un medio hostil a la agricultura y superiores a las del secano, evitar las pérdidas de suelo, incrementar las reservas de agua propiciando la infiltración, disminuir los riegos de erosión hídrica y eólica, evitar inundaciones, servir para controlar la salinidad de los suelos, ser reserva ecológica para especies en peligro de extinción como la hubara (*Chlamydotis undulata fuerteventuae*), permitir obtener beneficios agronómicos como un aumento de la fertilidad del suelo y una disminución en el uso de agroquímicos en el control de plagas del suelo tales como nemátodos o la gallina ciega (*Phillopaga sp*) y que, además, podrían ser muy útiles para obtener un plus valor turístico interpretando el paisaje agrícola que han creado.

28 Morales Gil, Alfredo [1969], “El riego con aguas de avenida en las laderas subáridas”, en J. Palerm (ed.), *Antología sobre pequeño riego*. Vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, México, Colegio de Postgraduados, 2002; Perdomo Molina, Antonio C., “Los sistemas de recolección de aguas de Canarias y el Sudeste Peninsular: semejantes soluciones a problemas comunes”, en *XII Jornadas de estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura*, 26 al 30 de septiembre de 2005. Cabildo Insular de Lanzarote, Arrecife de Lanzarote, España.

29 Lobo Cabrera, M., “Los antiguos protocolos de Fuerteventura (1578-1606)”, Tebeto, Anexo II, *Anuario del Archivo Histórico Insular de Fuerteventura 1988*, Excmo. Cabildo Insular de Fuerteventura, España, 1988.

### Semejanzas y diferencias entre las gavias canarias y las cajas de agua mexicanas

CARACTERÍSTICAS	GAVIAS	CAJAS DE AGUA
Lugar	<b>Canarias:</b> En uso en Fuerteventura. En Lanzarote de manera marginal. Queda recuerdo en los topónimos en Tenerife y Gran Canaria	México (actualmente): Valle de Tehuacan (Puebla), Valle de Yurécuaro (Michoacán), Valle de Zamora (Michoacán), Valle de Coeneo-Huaniqueo (Michoacán), Comarca Lagunera: la parte regada por el río Aguanaval (Coahuila, Durango)
Denominación del proceso	“beber” las gavias	Entarquinar, envasar, enlagunar, entancar, anegar
Orografía	Llanas o subllanas	Llanas/pendiente leve
Suelos	Previos, más aportes de sedimentos	Previos, más aportes de sedimentos
Recrecimiento periódico del cierre (trastón o bordo)	No sólo se realizan labores de mantenimiento	No, sólo se realizan labores de mantenimiento
Dimensiones medias	Pequeñas ( unos 3 000 m <sup>2</sup> )	Grandes, desde 5 a 150 ha (excepcionalmente menores 1 ha)

CARACTERÍSTICAS	GAVIAS	CAJAS DE AGUA
Cultivos principales	Tradicional: cereal y leguminosas Moderno: alfalfa y tomate	Tradicional: trigo, lentejas y en la Comarca Lagunera: algodón Moderno: fresas y papas, jitomates, cebollas, frijoles y otras hortalizas
Coincidencia entre área de almacenaje de agua y área de cultivo	Si	Si

Superficie regada históricamente	3 800 ha	<100 000 ha
Elementos estructurantes:		
Muros	Tierra (trastones)	Tierra (bordos), algunos con piedra en el centro
Desagües	Piedra o mampostería	Presentes
Conducción de entrada	Presentes, excavados en tierra o roca	Presentes, de tierra o revestidos de cemento
Compuertas	Presentes de manera ocasional	Presentes para el llenado/vaciado de la caja
Presas de derivación	Presentes en las de fondo de barranco	Presentes
Distribución del agua en las parcelas	Desde una a otra o de manera individual	Desde una "caja recibidora o caja llave" a las otras o de manera individual
Conjunto interconectado de parcelas	Existente, se denomina "rosa"	Existente, pero no tiene nombre
Altura del cierre de tierra	Entre 0.5 y 0.75 metros	1.5 a 2 metros, para compensar la pendiente del terreno hasta 4 y 5 metros
Tiempo de almacenaje del agua	De 3 a 10 días	De 2 a 3 meses (excepto en hortalizas/fresa en que es de 8 a 60 días)
Lámina de agua	30 cm	1 metro
Tipo de agua que se captura	Aguas de escorrentía y/o aguas de arroyada de un barranco	Aguas de arroyada (aguas broncas) captadas desde un arroyo o río
Periodo lluvias	Diciembre (máximo)	Junio-julio-agosto
Número de cultivos al año	Uno, siembra de octubre a marzo según las lluvias	Usando las cajas uno, en invierno, excepto las hortalizas

### Tipología de las gavias de Canarias

CLASIFICACIÓN	TIPO DE GAVIA	CARACTERÍSTICAS
Por su situación	Gavias de fondo de Barranco: - Ocupando todo el lecho - Situadas en el margen	Se sitúa en el fondo de un cauce, bien a todo lo ancho de éste o bien en un margen del mismo. Se llenan mediante el desvío de las aguas que circulan por el cauce
	Gavias de ladera	Se sitúa en una ladera de suave pendiente. Se alimenta recogiendo el agua de una zona de impluvium, también mediante caños
	Gavias de cuenca endorreica	Las situadas en cuencas endorreicas
Por su complejidad	Gavias de alcogida	Reciben el agua de una zona de impluvium
	Gavias de derivación	Reciben el agua que desvían mediante obras sencillas de un cauce
	Gavias mixtas	Combina los dos sistemas anteriores

# El entarquinamiento en cajas de agua: el valle de Coeneo-Huaniqueo, Michoacán<sup>1</sup>

Elvia López Pacheco

José Luis Pimentel Equihua

Jacinta Palerm<sup>2</sup>

## Introducción

El entarquinamiento en cajas de agua es una técnica de riego que consiste en derivar aguas torrenciales (aguas broncas o aguas de avenida) hacía parcelas rodeadas de un dique de un metro a un metro y medio, enlagunando la parcela. La parcela o caja de agua permanece enlagunada durante un tiempo variable que puede llegar a los tres meses. El cultivo se realiza en la misma caja aprovechando la humedad acumulada en el suelo. Las cajas de aguas, con cierta frecuencia, están en grupos interconectados y se llenan y vacían pasando el agua de una caja a otra.

Martín Sánchez inició, para el Bajío, la investigación histórica sobre el entarquinamiento en cajas de agua<sup>3</sup> y propone que la técnica de entarquinamiento es la que permite la expansión de la frontera agrícola en el Bajío y el que esta región recibiese la denominación de el granero de México; adicionalmente indica que las haciendas trigueras del Bajío debieron realizar una importante inversión en infraestructura hidráulica para implementar la técnica.

Con base en la investigación sobre el Bajío, Palerm y Sánchez<sup>4</sup> exploraron la evidencia de la extensión de la utilización de la técnica de entarquinamiento en México, así como la evidencia de su origen prehispánico del Viejo Mundo. La presencia de la técnica resultó muy importante en el México de principios del siglo XX, prácticamente no hay región que no tenga mención de entarquinamientos. Sin embargo, aunque la técnica de entarquinamiento en cajas de agua tiene parientes próximos en Mesoamérica, no parece ser una técnica prehispánica, es en el Viejo Mundo, en el Nilo, dónde se encontró una técnica idéntica, aunque ya casi extinta, pero con un tamaño de cajas muchísimo más grande, se reportan cajas de 400 a 1 700 hectáreas hasta 5 000 y 10 000 hectáreas. Las crecidas del Nilo se habían manejado durante milenios con una técnica que permitía una inundación controlada y las estrategias en el llenado y vaciado de las cajas, según fuesen años buenos y malos, eran extraordinariamente similares a las mexicanas.<sup>5</sup>

La técnica de entarquinamiento en cajas de agua, no obstante la extensión de utilización de la técnica en México a principios del siglo XX, no parecía que fuese una técnica vigente. El desuso de esta técnica de riego se atribuyó a la discontinuidad generada en la tenencia de la tierra con el reparto agrario y la irrupción de los ejidatarios en el campo

1 Versiones preliminares de este trabajo se presentaron en 2001 en la VIII Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia y en el XI Congreso Nacional de Irrigación/ExpoAgua 2001. La investigación se desarrolló en el marco del proyecto "Organización social y riego. Restricciones y potencialidades de la organización autogestiva para la administración de sistemas de riego", financiado por CONACYT (30479-S).

2 Investigadores del Colegio de Postgraduados.

3 Sánchez, Martín y H. Eling, "Presas, canales y cajas de agua: la tecnología hidráulica en el Bajío mexicano", en J. Palerm y T. Martínez Saldaña (eds.), *Antología sobre pequeño riego*. vol. II, *Organizaciones autogestivas*, Colegio de Postgraduados, México, 2000, pp. 97-132; Martín Sánchez Rodríguez, "El granero de la Nueva España. Uso del entarquinamiento para la producción de cereales en el Bajío mexicano", *XI Congreso Nacional de Irrigación Expo/Agua 2001*, Guanajuato, Guanajuato. Memorias en CD, ISBN 968-5231-03-6.

4 Palerm, Jacinta; Martín Sánchez Rodríguez et al., "Técnicas hidráulicas en México, paralelismos con el Viejo Mundo: I. Bimbaletes; II. Galerías Filtrantes; III. Entarquinamiento en cajas de agua", *Actas del II Encuentro sobre historia y medio ambiente*; Huesca, España, 2001, pp. 456-497; "Entarquinamiento en cajas de agua y otras técnicas hídricas", en J. Palerm (ed.) *Antología sobre pequeño riego*. vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, Colegio de Postgraduados, México, 2002, pp. 21-76.

5 Willcocks, W., *Egyptian Irrigation*, E. & F. N. Spon, 125, Strand, London, 1889; López Pacheco, E., "Buscando la autogestión en las cajas de agua del valle de Coeneo-Huaniqueo", en M. Sánchez Rodríguez (ed.), *Entre campos de esmeralda, la agricultura de riego en Michoacán*, El Colegio de Michoacán, Gobierno del Estado de Michoacán, México, 2002, pp. 241-260; Eling y Sánchez, *op cit*.

mexicano.<sup>6</sup> Eling y Sánchez señalan: “Por otra parte, deseamos aclarar que desde la época colonial y hasta la primera mitad del presente siglo, el manejo del agua estuvo determinado por las necesidades de la hacienda. Con la llegada de la Revolución y el inicio del reparto agrario, el control sobre la tierra y el agua ejercido por la hacienda dejó de existir. En términos de práctica agrícola, la división territorial en parcelas ejidales dificultó el manejo de las cajas de aguas hasta que la práctica del entarquinamiento dejó de existir en esta parte de El Bajío”; y se basan para esta afirmación en C. M. Castillo,<sup>7</sup> quien señala: “... las cajas de agua parecieron adaptarse a un tipo de organización agrícola que quedó destruido a raíz del movimiento de Reforma Agraria. Sólo un cambio radical de organización como el que recientemente se preconizó bajo el nombre de zonas tecnificadas para la agricultura ejidal, podría hacer posible la reconstrucción de los sistemas de cajeos de las antiguas haciendas. No obstante, las dificultades con que ha tropezado la idea de tal reorganización, hacen de éste un supuesto poco realista”.<sup>8</sup>

No obstante se encontraron algunas regiones en que el entarquinamiento seguía vigente aún cuando la tenencia de la tierra se había modificado hacia el minifundismo, en el estado de Michoacán: el valle de Coeneo-Huaniqueo, la zona productora de lenteja más importante a nivel nacional; el valle de Yurécuaro, dedicado al cultivo de hortaliza; el valle de Zamora, dedicado al cultivo de fresa. También persiste el entarquinamiento sobre el río Aguanaval en la Comarca Lagunera.<sup>9</sup> En el valle de Yurécuaro y en el valle de Zamora el entarquinamiento es apreciado debido al control de la salinidad por su acción de lavado de las sales así como por otras ventajas, entre ellas de manejo fitosanitario.<sup>10</sup>

En este ensayo se pretende confrontar la hipótesis de desaparición del entarquinamiento en cajas de agua como efecto del reparto agrario con una realidad concreta: el entarquinamiento en cajas de agua que continua vigente como técnica de riego en el noreste del estado de Michoacán, en el valle de Coeneo-Huaniqueo, perteneciente a la cuenca hidrológica Lerma-Chapala. Por otra parte, hay evidencia

de que la construcción de presas jugó un papel crítico en la eliminación del entarquinamiento, por ejemplo para en el Bajío la construcción de nuevas presas llevó a eliminar el entarquinamiento;<sup>11</sup> igual ocurrió en la Comarca Lagunera.<sup>12</sup>

La función principal de estos depósitos parece ser la de capturar el agua para dotar de humedad y fertilidad al suelo. También parece tener ventajas en cuanto al control de ciertas malezas y nemátodos. Igualmente ventajoso es que evita la salinización del suelo. Otros efectos no estudiados es la creación de una ecología particular a donde llegan patos salvajes y proliferan peces, la recarga de acuíferos por la infiltración del agua y, finalmente, el control de avenidas.

## El manejo colectivo de recursos comunes

Mientras una perspectiva propone la incapacidad de los ejidatarios de manejar infraestructura hidráulica propia del entarquinamiento en cajas de agua, otras perspectivas señalan que la infraestructura es un factor de cohesión social, ya que el entarquinamiento obliga a los regantes a una coordinación para manejar las aguas “broncas” o torrenciales. Adicionalmente obliga al grupo propietario de una caja, cuyo tamaño varía desde una hasta setenta o más hectáreas, a coordinarse para operar las estructuras de control de llenado y vaciado de la caja, decidir tipos de cultivos y fechas de siembra, y dar mantenimiento a los bordos de la caja.

Se sugiere desde la teoría que la permanencia del entarquinamiento en cajas de agua como técnica de riego en esta región se debe al desarrollo y permanencia de acuerdos implementados por los usuarios de este sistema de regadío.

Ostrom plantea que la autogestión lograda entre los usuarios de un recurso común permitirá la conservación del mismo al asumir los usuarios que el recurso les pertenece y de

6 Eling y Sánchez, *op cit*, p. 103.

7 Castillo, C. M., “La economía agrícola en la región del Bajío”, en *Problemas Agrícolas e Industriales de México*, vol. viii, núm. 3-4, México, 1956.

8 Eling y Sánchez, *op cit*, p. 124.

9 Palerm y Sánchez, *op cit*.

10 Velásquez Machuca, M.; J. L. Pimentel Equihua y J. Palerm, “Entarquinamiento en cajas de agua en el valle Zamorano: una visión agronómica”, en J. Palerm (ed.) *Antología sobre pequeño riego*. vol. III, *Sistemas de riego no convencionales*, Colegio de Postgraduados, México, 2002, pp. 77-116.

11 Sánchez Izquierdo, M. A., *El impacto de la modernización y el cambio tecnológico en la agricultura de riego: el uso intensivo de las aguas subterráneas en la cuenca del río Laja, Guanajuato*, Tesis Maestría Antropología Social, UIA, México, 2000.

12 Chaírez, C., y J. Palerm, “El entarquinamiento: el caso de la Comarca Lagunera”, en *Boletín Archivo Histórico del Agua: Organizaciones autogestivas para el riego*, nueva época año 9, 2004, CONAGUA-CIESAS, México, pp. 85-97, publicación de aniversario (10 años); “Importancia del río Aguanaval en la recarga al acuífero principal de la región lagunera de Coahuila y Durango”, en *Boletín Archivo Histórico del Agua*, año 10, núm. 29, enero-abril, 2005, CONAGUA-CIESAS, México, pp. 3- 20; Chaírez, C., J. Palerm, L. Tijerina, L. Jiménez, T. Martínez Saldaña, “La regulación del río Nazas ¿cierto o desierto?”, en *AgroNuevo*, año 2, núm. 11, 2006, pp. 33-60.

los beneficios que obtienen con su utilización.<sup>13</sup> La autora propone un nuevo esquema de análisis: realiza una proposición institucional para el estudio de la autoorganización y el autogobierno en el manejo de recursos naturales comunes. Ostrom plantea alternativas para el análisis de la acción colectiva considerando que el factor clave, vital para los copropietarios es que ellos están enlazados juntos en un enrejado de interdependencia, hasta que ellos continúen usando un recurso común, que la interdependencia física no desaparece cuando son utilizadas reglas institucionales efectivas en el gobierno y manejo de un recurso común.

En el nivel más general el problema de los usuarios de un recurso común es uno de organización: cómo cambiar la situación de los usuarios que deben pasar de actuaciones independientes a colectivas mediante estrategias coordinadas. La cooperación implica una mayor probabilidad de evolucionar y sobrevivir renunciando a ganancias inmediatas para generar beneficios comunes prolongados. La autora realiza el análisis de los recursos escasos desde la perspectiva de los usuarios, que no tienen poder en el mercado ya que sus acciones no tienen impacto significativo, donde administradores y productores de recursos comunes son los mismos, donde cada individuo debe considerar las elecciones de otros cuando toma acciones personales.

13 Ostrom, E., *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*, University Press, Cambridge, 1990; "Sistemas sostenibles de recursos gobernados por la comunidad: principios de diseño y amenazas a las organizaciones sustentables", En *VI Conferencia electrónica y exposición virtual en Internet*, 1999. De cara a la globalización. Organizaciones económicas y campesinas en América latina y el Caribe.

Maass y Anderson,<sup>14</sup> así como y Millon Hall y Díaz<sup>15</sup> contribuyen a comprender la organización para el manejo de sistemas de regadío cuando plantean basados en diversos estudios de caso, que los problemas sociales derivados de la práctica de la agricultura de riego involucran simultáneamente la imposición de la necesidad de cooperación y la generación de fuentes de conflicto. Proponen que sólo organizaciones capaces de contener el conflicto perduran a través del tiempo (son sustentables).

## El estudio de la organización

Robert Hunt señala y propone la importancia de definir de forma clara y precisa cada uno de los componentes utilizados y realizar una propuesta muy concreta de definición: sistema de riego, tamaño del sistema de riego, organización autogestiva o en manos del Estado, y a través de que tareas es posible abordar el estudio de la organización,<sup>16</sup> propone una lista de "tareas siempre presentes" para el estudio de la organización en sistemas de regadío (mantenimiento, distribución del agua, conflicto, rendición de cuentas, ampliación rehabilitación y construcción de obra hidráulica). Palerm, Martínez Saldaña y Escobedo han desarrollado una metodología que permite detectar organizaciones autogestivas en

14 Maass, A., y R. Anderson, ... *and the desert shall rejoice. Conflict, growth and justice in arid environments*, The MIT Press, Cambridge, 1976.

15 Millon, R., C. Hall y M. Díaz [1962], "El conflicto en el sistema de riego del Teotihuacan moderno", en Martínez Saldaña y Palerm Viqueira (eds.), *Antología sobre pequeño riego*, Colegio de Postgraduados, México, 1997.

16 Hunt, R. [1988], "Sistemas de riego por canales: tamaño del sistema y estructura de la autoridad", en T. Martínez Saldaña y J. Palerm (eds.), *Antología sobre pequeño riego*. vol. I, Colegio de Postgraduados, México, 1997, pp. 185-219.



Compuertas del bordo de la caja de agua del rancho El Durazno, desfogando agua al río La Patera, 1907, Coeneo-Huaniqueo, Michoacán. AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 262, expediente 6314.

sistemas de riego. Su metodología abarca los dos aspectos centrales de un sistema de riego: los individuos usuarios del recurso agua y el funcionamiento de la infraestructura física del sistema.

## El valle de Coeneo-Huaniqueo<sup>17</sup>

El valle de Coeneo-Huaniqueo se ubica en la parte noreste del estado de Michoacán, en una larga cañada que corresponde a la cuenca alta del río La Patera o Federal, ubicado en los municipios de Huaniqueo y Coeneo donde se localizan varios pueblos: Huaniqueo de Morales, Coeneo de la Libertad, San Isidro, La Cañada, Puente el Mirador, Puente San Isidro, San Pedro Puruátiro, Tecacho, Tacupo, Tacupillo, Jesús María, Coeperio, Chahueto, Santa Fe de la Labor, El Aguacate, El Durazno, Jaripitiro, La Puerta de Jaripitiro, Manza, Colonia 20 de noviembre, Cuma, Ojo de Agüita y otros. El clima es templado con lluvias en verano, con una precipitación aproximada de 800-1200 mm anuales, con presencia de heladas en diciembre, enero, febrero y marzo.

El río La Patera nace a los 2 100 msnm, en las faldas del cerro el Tzirate y cuenta con agua permanente de al menos dos manantiales: Tondondiro y Agua Blanca, los cuales nacen al este de la región, a la altura del pueblo de San Pedro Puruátiro, municipio de Huaniqueo de Morales. El río corre con rumbo este-oeste bajando de las partes altas atravesando el valle y conforme desciende a los 2000 msnm, recibe los aportes de aguas torrenciales de sus afluentes el río de los Coyotes, el arroyo San Nicolás de las Piedras y de numerosas barrancas tributarias que descienden de cerros que pertenecen a las Sierras del Tzirate, la Leonera y Tamapuato las cuales forman parte del sistema volcánico transversal.

Las tres corrientes de agua que conducen aguas torrenciales generan una nueva forma de manejo de sus aguas: el entarquinamiento mediante cajas de agua para el cultivo de lenteja, janamargo, garbanzo y maíz. Las cajas de agua

se ubican en el valle, en las márgenes derecha e izquierda del río. Aunque se trabajó sólo la parte alta, un análisis de fotografía aérea arrojó un estimado de 10 000 hectáreas de cajas de aguas a lo largo del río La Patera.

Aguas abajo el río La Patera es retenido por la presa Copándaro, utilizada para riego agrícola; y, posteriormente, por la presa Aristeo Mercado, ubicada en el municipio de Villa Jiménez, utilizada en generación de energía eléctrica y para riego agrícola. A la altura del municipio de Villa Jiménez los principales ríos que dan lugar a la ciénaga de Zacapu, los ríos Zacapu o Angulo y La Patera, se unen para ir a desembocar al río Lerma. Los suelos de las partes bajas de la región son arcillosos, orgánicos, producto de la presencia de períodos de inundación y de materiales orgánicos.

## El aprovechamiento del agua. El agua de los manantiales y las aguas broncas

La utilización del agua de ambos manantiales, permiten la práctica de una agricultura basada en riegos de presiembra, conocidos localmente como riegos de naciente, en los pequeños valles situados en esta cañada, que hacen posible la obtención de dos cosechas al año. Las once comunidades usuarias del agua de los manantiales utilizan el agua en periodos de tiempo definidos: de principios de febrero a finales de mayo para la siembra de maíz, y de octubre a diciembre para los cultivos de janamargo, avena, lenteja y trigo. Fuera de estos periodos de utilización por parte de las comunidades beneficiadas y especialmente durante la estación lluviosa (de junio a septiembre), el agua de los manantiales es vertida al río de La Patera. Es precisamente durante la estación lluviosa, de junio a septiembre, que tiene lugar el entarquinamiento, es decir en fechas distintas al aprovechamiento del agua de los manantiales.

El manejo de fechas de siembra, cultivos, decisiones de entarquinar o no, ubicación aguas arriba/aguas abajo produce variantes en el manejo de las cajas. Tomando como punto de inicio el momento de vaciar las cajas entarquinadas, primero se deja "orear" la tierra de diez a doce días, enseguida se siembra lenteja o janamargo a mediados del mes de noviembre, la cosecha regularmente se espera en marzo o abril del siguiente año; después de la cosecha de esos cultivos, la siguiente siembra puede ser maíz, que duraría en pie desde abril o mayo hasta septiembre u octubre, si se opta por esta secuencia, se suspende el "entarqui-

<sup>17</sup> La búsqueda de bibliografía sobre las prácticas de riego y de cultivos en la zona arrojó muy poca información, el apartado está basado en Flores, L. N., *El cultivo del maíz en la ciénaga de Zacapu*, Tesis de licenciatura Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1983; García A. J., *Respuesta del cártamo en el distrito de riego no.24 Ciénaga de Chapala, Michoacán*, Departamento de Fitotecnia, ENA-UACH., Chapingo, México, 1977; Herrera O. S., *Evaluación de una sembradora de lenteja de tracción animal en el estado de Michoacán*, Tesis Ingeniero Agrónomo, UACH-DIMA, Chapingo, México, 2000; INEGI, *Síntesis Geográfica*, 1985, Carta topográfica 1:50 000 Coeneo de la Libertad E14A12, de 1990, así como datos proporcionados en 1999 por la Presidencia Municipal de Huaniqueo de Morales. Fueron importantes los aportes de información de personal de la Comisión Nacional del Agua.

namiento” pero se “gana” una cosecha; si no se siembra maíz, se puede volver a empezar a entarquinarse en mayo para volver a sembrar lenteja o janamargo en noviembre y cosecharse en abril, en una dinámica de siembra-cosecha-entarquinamiento-siembra.

Otra posibilidad de cultivo en una caja es maíz sembrado en marzo para cosechar en octubre, si este es el caso, se procede a entarquinarse por un periodo corto o “mojar la tierra” durante tres o cuatro días y sembrar lenteja; es decir la lenteja se puede sembrar bajo condiciones de entarquinamiento prolongado o no, para esta opción se solicita agua de manantial.

## **El entarquinamiento, la coordinación para el llenado y vaciado de cajas de agua**

Para el entarquinamiento en cajas de agua se utiliza el agua de crecida del río que se suma a la de los manantiales, el entarquinamiento inicia con las primeras avenidas producto de las lluvias de junio, julio, agosto y septiembre. El agua se deriva mediante presas, la primera presa derivadora es la del pueblo de San Isidro, la segunda es del pueblo de La Cañada, la tercera es para el ejido de Coeneo, la cuarta es para los ejidos de La Manza, La Soledad y El Durazno. El agua se conduce por canales de tierra de 1 a 3 m de ancho con profundidades que pueden oscilar entre 0.5 a 2 m de profundidad para llenar las cajas. La superficie de una caja oscila de 1 a 100 ha y están delimitadas por bordos de tierra de 1 a 2 m de alto y de 1 a 5 m de ancho.

Las cajas pueden llenarse y vaciarse directamente de un canal o, cuando se trata de llenar un conjunto de cajas interconectadas, por ejemplo en el caso del ejido de San Isidro que cuenta con 9 cajas, el agua se introduce a la caja *llave* o caja *recibidora* y de ahí se deriva el agua hacia otras cajas abriendo y cerrando las compuertas de fierro con volante con las que cuentan las cajas para introducir o desalojar el agua.

Las secuencias de llenado y vaciado de las cajas, así como el tiempo en que permanece enlagueada una caja varían según el año sea de mayor o menor precipitación. En un año muy bueno de abundante lluvia, las compuertas de todas las presas derivadoras se cierran simultáneamente para levantar el agua que entra el río por todos lados y las cajas de todo el valle pueden llenarse en unos 8 días, entonces en noviembre, que es la mejor fecha de siembra de

la lenteja, todas las cajas vacían de manera simultánea. Más frecuente es que el llenado de cajas dure unos 2 o 3 meses, siempre dependiendo del tamaño de la caja, la distancia a que se encuentre en relación a la fuente o fuentes de suministro y su posición con relación a otras cajas, porque las que están “primero” llenan “primero”. En años con escasa precipitación, el periodo de conducción e introducción del agua bronca a las cajas se prolonga en cada una de las cajas y en todas las cajas de una presa derivadora. La escasez de agua ocasiona que el nivel de agua no alcance las partes más altas de algunas cajas, por lo que no se entarquinan.

La escasez de agua bronca y la lentitud de llenado, significa que las cajas de las presas derivadoras situadas aguas abajo tienen que esperar a que vacíen sus cajas las comunidades de aguas arriba. Hay coordinación entre presas derivadoras consistente en comunicar de una comunidad a otra cuando los de aguas arriba van a vaciar sus “cajas de agua”, de tal manera que la comunidad situada aguas abajo va a recibir por el cauce del río La Patera o los Coyotes el agua desalojada de las cajas situadas aguas arriba; con el aviso los campesinos dueños de las cajas situadas “aguas abajo” cierran la compuerta de su presa derivadora para “meter” el agua por canales laterales y llenar sus cajas de agua.

Los campesinos de “aguas arriba” que llenan primero, vacían después de 3 o 4 meses sus cajas para sembrar, y los que tienen sus cajas “aguas abajo” esperan que vacíen los de “arriba” para recibir el agua, así que si los primeros en llenar se tardan demasiado, los de “abajo” se ven perjudicados en sus fechas de siembra. Ante esta situación los de “aguas abajo” piden a su Presidente de Comisariado que solicite a los de “aguas arriba” que vacíen a tiempo para que a los primeros no se les pase la fecha de siembra. Sin embargo la solicitud no siempre es exitosa, por ejemplo entre la comunidad de Manza y el Cuatro, la primera llena sus cajas y vacía “hasta que quiere y sin que haya autoridad que lo obligue a vaciar antes” al decir de la gente local; en este caso los del Cuatro tienen que reducir el tiempo de entarquinamiento. En las comunidades situadas más aguas abajo se ven obligados a reducir significativamente el tiempo de entarquinamiento de 2 a 2.5 meses a algunas horas, el tiempo necesario para que el agua alcance el nivel del bordo y desalojar el agua hacia otras cajas.

Otro conflicto a nivel de río, en la secuencia de llenado por presa derivadora se dio un año en que San Isidro en lugar de vaciar sus cajas directamente al río La Patera, como es su obligación, vació hacia las cajas del ejido de Coeneo,



lo que provocó el reclamo del ejido la Cañada, dado que el derecho consuetudinario regional reconoce a la Cañada como el segundo en derecho a llenar sus cajas, siendo que le corresponde la siguiente presa derivadora sobre el río La Patera, después de San Isidro.

La coordinación entre presas derivadoras para el llenado y vaciado de cajas está basada en usos y costumbres, así como en la negociación directa realizada por la autoridad del ejido (Presidente del Comisariado Ejidal). No existe una institución que reúna a los usuarios de las distintas presas derivadoras.

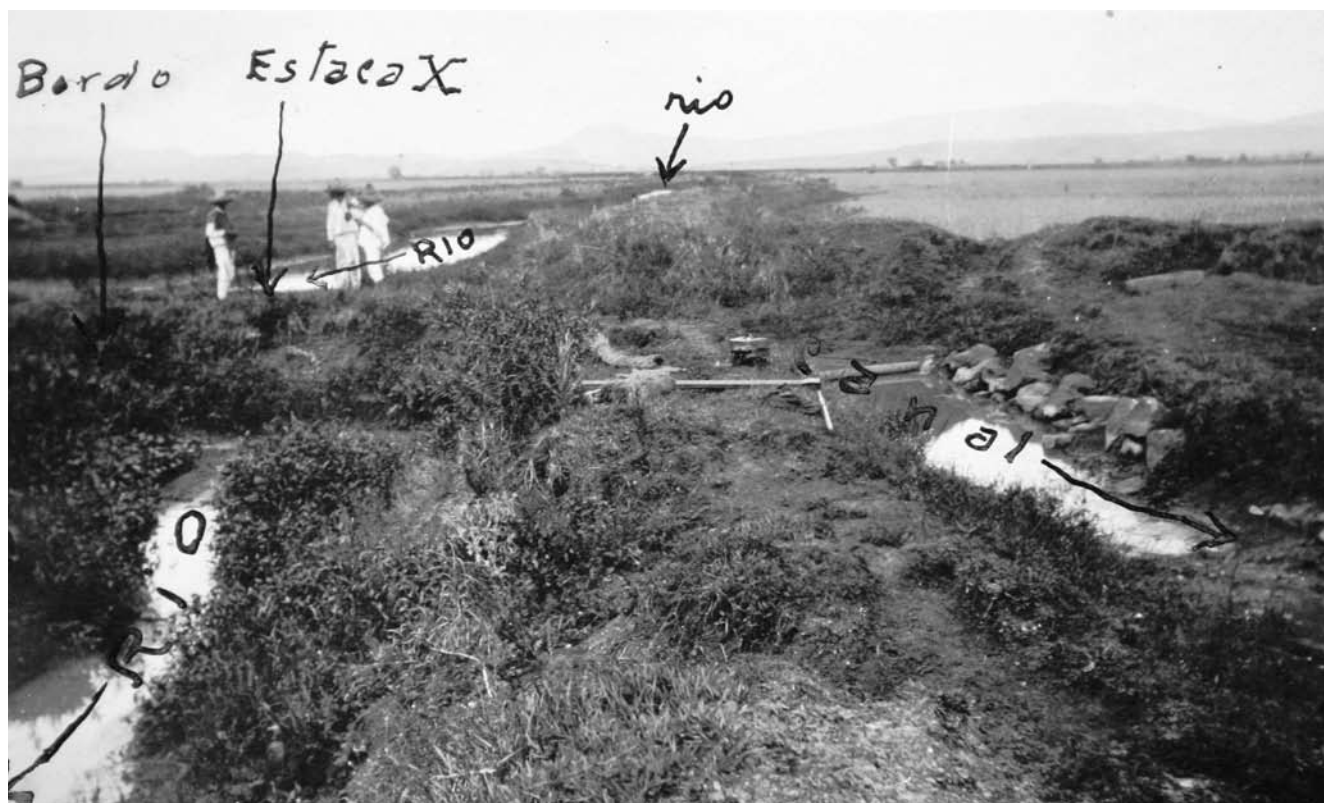
### La coordinación para cada presa derivadora

En cuanto al manejo de cada presa derivadora y de su sistema de canales, en los casos en que es exclusivo de un ejido, las decisiones se toman en Asamblea Ejidal. Las decisiones en relación al entarquinamiento se refieren a cuándo deben bajarse la cortinas de las represas para empezar a entarquinar; cuándo iniciar las labores de limpieza en los canales ge-

nerales para la introducción o el desagüe del agua y cuándo deben realizarse labores de mantenimiento y rehabilitación del sistema, además de decidir si el ejido entarquina o no sus cajas.

El Comisariado Ejidal y el Consejo de Vigilancia del ejido son los encargados de ejecutar y organizar las decisiones tomadas por la asamblea de ejidatarios. Distribuyen entre los ejidatarios las diferentes tareas y actividades que se realizan en el sistema. Llevan el control de las actividades realizadas. Vigilan el buen funcionamiento del sistema cuando las cajas se han llenado. Son los que tienen los candados de todas las compuertas del ejido y los de las compuertas de las presas ubicadas en el río de la Patera.

Los ejidos La Manza, La Soledad y El Durazno, que comparten una misma presa derivadora, se ponen de acuerdo para repartir las tareas de limpieza de canales, y construcción de presas o estructuras de control que sirven para entarquinar las cajas comunitarias donde se tienen tierras de los distintos ejidos. Los Presidentes del Comisariado se reúnen y los acuerdos que se toman son llevados a la asamblea de cada ejido.



Canal de la hacienda de La Soledad, propiedad de Severino Herrera, derivando agua del río La Patera para entarquinamiento, 1923, Puruándiro, Michoacán. AHA, Aguas Nacionales, caja 416, expediente 4316.



Bordo de la caja de agua de la hacienda San Isidro, ubicado sobre el río La Patera, 1907, Coeneo-Huaniqueo, Michoacán. AHA, Aprovechamientos Superficiales, caja 262, expediente 6314.

## La coordinación por grupos de cajas

En un predio o campo, dentro de un ejido, donde existe un determinado número de cajas tal los casos del predio El Huizache con 9 cajas, el predio La Yacata con 13 cajas, el predio La China de 9 cajas, que además comparten una infraestructura hidráulica común para llenar los cajas, se nombra a un representante para que coordine los trabajos para construir obra y limpiar canales (una vez al año), para vigilar el cumplimiento de acuerdos en asamblea de predio o campo, y para informar a todos los campesinos involucrados de los resultados obtenidos

## La coordinación en una caja

En una caja de agua se localizan las parcelas que pueden pertenecer a 5, 8, 25 o más ejidatarios o propietarios (*parceleros*), el número depende del tamaño de la caja. Los linderos entre parcelas, están señalados con piedras incrustadas en los extremos opuestos de la caja, en el talud del bordo, señalando los extremos de dos líneas imaginarias paralelas, a manera de carriles de alberca, que van a delimitar una parcela.

A partir de esta situación y ubicación de parcelas donde varios campesinos comparten una misma caja, cuando se entarquina significa que se están entarquinando varias parcelas individuales, que en conjunto pueden sumar una superficie total 5, 10, 20, 60 hectáreas o más, ya que cada campesino es propietario de 0.5 a 3 hectáreas, esto significa que entre 5 a 30 campesinos deben ponerse de acuerdo en la decisión de entarquinar, en la fecha de vaciado de la caja y la fecha de siembra, así como en los trabajos de mantenimiento de la caja.

La coordinación entre campesinos que comparten una misma caja tiene como propósitos darle mantenimiento, elegir colectivamente la mejor fecha de vaciado de la caja en (función del tiempo que ha estado entarquinada) y la mejor fecha de siembra del cultivo que se elija, porque una vez decidido colectivamente el cultivo, todos están obligados a respetar el acuerdo.

El mantenimiento de un bordo consiste en recuperar su altura, perdida por efectos de erosión en la parte superior (*fileteo*) y fortalecer los laterales aportando más tierra (*recargue*), así como el chaponeo o siega de la maleza que se desarrolló al interior de la caja de agua.

Si bien la mayoría de las cajas las construyeron hacendados, también existe construcción moderna de cajas como el caso del ejido de Coeneo dentro del predio La Manza, hay tres cajas que han hecho los ejidatarios cajas conocidas como El Corazón con 6 hectáreas, La Esperanza con 13 hectáreas y La Mojonera con 6 hectáreas, cada una de las cajas fueron construidas colectivamente entre los campesinos interesados.

## Conclusiones

El manejo de las aguas broncas mediante la técnica del entarquinamiento, es una actividad que requiere del manejo colectivo y coordinado por parte de sus usuarios, más aun cuando varios usuarios comparten una misma caja. El manejo desde el reparto agrario en la década de 1930, se ha logrado con el desarrollo de una organización autogestiva que está anclada en la estructura ejidal: Asamblea Ejidal, Comisariado Ejidal y Consejo de Vigilancia. Sin embargo no existe una institución ad hoc para la coordinación del mane-

jo del entarquinamiento en cajas de agua mediante presas derivadoras; la ausencia de institución no es una rareza, en otros casos se ha encontrado que redes de acuerdos juegan un papel importante en el gobierno del agua.<sup>18</sup>

En años de escasez hay conflicto en el reparto de agua entre las presas derivadoras y hay también un acceso desigual al agua para entarquinar entre las cajas de aguas arriba y las de aguas abajo sobre el río; sin embargo pocos sistemas logran evitar plenamente el conflicto y la desigualdad asociado a la escasez. De hecho la escasez pone a prueba las organizaciones más sólidas.<sup>19</sup>

La coordinación a nivel de ejido, de predio y de caja, los niveles más cercanos a los usuarios presentan menos conflicto y mayor capacidad de cooperación como demuestra la construcción de nuevas cajas. La desigual capacidad organizativa en distintos niveles de los sistemas de riego ha sido un aspecto ya apuntado en la literatura.<sup>20</sup>

El entarquinamiento no es una técnica limitada a la gran propiedad, tampoco las cajas son necesariamente grandes, hay cajas pequeñas como las del valle de Tehuacán, llamados *pantles*, con un cuarto de hectárea.<sup>21</sup> Existe la capacidad organizativa de coordinarse para manejar el entarquinamiento en cajas de aguas grandes y pequeñas.

Las razones de la poca presencia actual del entarquinado en cajas de aguas, se debe probablemente a la construcción de presas, tema que aborda Chairez para la Comarca Lagunera,<sup>22</sup> por otra parte también hay un efecto de falta de visibilidad de la técnica, dado que la técnica misma y los casos que conocemos no son sujeto de estudio entre los agrónomos. Finalmente el entarquinamiento, como técnica, requiere una mayor consideración en los aspectos agronómicos, de recarga de acuíferos, de creación de medios acuáticos temporales donde hay peces y llegan patos, de control de inundaciones al esparcir y retener de manera controlada las aguas de avenida. Dichos estudios están por hacerse.

---

18 Palerm Viqueira, J., "Irrigation institutions typology and water governance through horizontal agreements", en *Conference Papers Tenth Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property*, Oaxaca, México, 9-13 de agosto de 2004, 22 pp., disponible en [http://www.iascp2004.org.mx/downloads/paper\\_608a.pdf](http://www.iascp2004.org.mx/downloads/paper_608a.pdf) [1 de marzo de 2005], y David Guillet, "Rethinking Irrigation Efficiency: Chain Irrigation in Northwestern Spain", en *Human Ecology*, vol. 34, num. 3, 2006.

19 Ostrom, *op cit.*, 1990; Palerm, *op cit.*, 2001.

20 Millon, Hall y Díaz, *op cit.*, 1997; Palerm et al, *op cit.*, 2000.

21 Wilken, Gene C., *Good farmers. Traditional agricultural resource management in Mexico and Central America*, University of California Press, Estados Unidos, 1987, pp. 73-81; Enge, Kjell I. y Scott Whiteford, *The keepers of water and earth. Mexican rural social organization and irrigation*, University of Texas Press, Austin, Texas, 1989, pp. 31-32.

22 Chairez, *op cit.*, 2004, 2005 y 2006.

# Captación de agua de lluvia para la agricultura familiar, una experiencia en comunidades rurales de Tlaxcala

Aníbal Quispe Limaylla <sup>1</sup>

## Introducción

Aunque la contribución a la economía del país del sector agropecuario ha disminuido, en gran medida por las políticas erróneas seguidas, cuya práctica ha estado orientada mayormente por la agricultura convencional, ahora se tiene pleno conocimiento que usando los principios de la agroecología se pueden superar los problemas más urgentes como la pobreza y la inseguridad alimentaria, especialmente de los productores de pequeña escala. Ahora contamos con estrategias y tecnologías probadas para practicar una agricultura que sea congruente con el desarrollo sustentable. Con el propósito de que esas tecnologías sean conocidas y practicadas por los productores, especialmente por los de pequeña escala, se transfirieron tres tecnologías llamadas ecotecnias para una mejor producción de hortalizas a nivel de traspatio. Estas fueron: la captación y almacenamiento de agua de lluvia en cisternas de ferrocemento con capacidad de más de 30 mil litros, el composteo con lombrices de residuos orgánicos y estiércoles y el uso de invernaderos para la producción de hortalizas, incluyendo el sistema de riego por goteo.

La fase piloto se llevó a cabo con 20 familias en dos comunidades del estado de Tlaxcala. Los estudios de esta fase muestran claramente que los productores adoptaron las tecnologías introducidas, destacando la captación y almacenamiento de agua de lluvia en cisternas de ferrocemento. Esta tuvo múltiples efectos en la economía y bienestar de las familias participantes. La familia al contar con una cisterna de una capacidad de más de 30 mil litros, permitió dispo-

ner de agua: de lluvia o comprada de las pipas de servicio público. El agua sirvió para el riego de las hortalizas, lavar la ropa, dar a los animales y regar otras plantas, entre otras. El disponer de agua durante todo el año fue uno de los logros más importantes que los propios productores y sus familias lo valoraron. Las hortalizas producidas con el agua de lluvia captada y el abono orgánico del composteo con lombrices, bajo invernadero, permitió a las familias disponer de alimentos sanos y nutritivos o tener algún ingreso adicional con la venta de los excedentes. Esta forma de hacer agricultura, en pequeña escala y con procedimientos ecológicos, constituye uno de las alternativas para superar la pobreza y la falta de seguridad alimentaria que afecta gravemente a nuestra sociedad. Al valorar los resultados de esta experiencia, los funcionarios de la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA) del estado de Tlaxcala decidieron incluir el uso de estas ecotecnias en sus programas de apoyo para 280 productores de 22 comunidades ubicadas en las áreas más marginadas del estado.

## La problemática del agua

Aun cuando en algunas regiones del mundo el agua abunda, en general se torna cada más escasa, sobre todo en las áreas rurales donde viven el mayor porcentaje de pobres en los países en desarrollo. Al respecto, según Beernaerts,<sup>2</sup> más de 1.200 millones de personas de los países en desarrollo carecen de acceso al agua potable. En las áreas rurales de estos países, donde una tercera parte de la población sufre esa

<sup>1</sup> Profesor Investigador Titular, Programa de Estudios del Desarrollo Rural, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 Carretera México – Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Telf.: 01- 595 -95 20200, ext. 1857  
CorreoE: anibalq@colpos.mx

<sup>2</sup> Beernaerts, I., *Captación de agua de lluvia para mejorar la agricultura de temporal en el Subsahara de África: potencial, restricciones y oportunidades*. FAO, Roma, Italia, 2005

carencia, a menudo, las mujeres, niños y ancianos tienen que caminar varios kilómetros para obtener el vital líquido.

La escasez del agua, de acuerdo a Hieronimi,<sup>3</sup> se debe a varios factores, pero está ligado principalmente al incremento de su consumo que se debe al aumento de la población y al nivel de desarrollo de las sociedades. Dicho autor señala que en este siglo, mientras que la población mundial se ha triplicado, la extracción del agua ha aumentado más de seis veces. Concretamente, desde 1940, la extracción mundial de agua por año ha aumentado en promedio entre 2.5% y 3.0% por año, en comparación con un crecimiento anual de la población de 1.5% a 2.0%. A esto se agrega que el agua disponible se está reduciendo a raíz de la creciente contaminación de los recursos hídricos y el mal uso de los suelos y bosques.

La desigual distribución del agua para su consumo ha tenido el peor efecto en los sectores marginados, porque tienen una mayor dificultad para su acceso. Así, a nivel mundial, de las tres categorías comunes del uso del agua dulce: agricultura, industria y uso doméstico, la primera es la que se consume en mayor proporción. En efecto, de acuerdo con Hieronimi, el 70.0% del agua es utilizada para este rubro, 23% para la industria y 8% para uso doméstico.<sup>4</sup> De acuerdo a este autor, del agua para la agricultura, una parte importante es desperdiciada por varias razones. En la mayoría de los casos, los sistemas de riego desperdician el agua que puede ir del 15 al 50%; la pérdida se debe a la filtración en los canales cuando no están revestidos, por las fugas en las cañerías o por evaporación antes de llegar a los campos de cultivo.

Frente a tal situación, los organismos nacionales e internacionales encargados de documentar y sugerir soluciones, han señalado la necesidad de tomar medidas. Así, en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo en 2002 se concentró en dos metas:

1. Reducir a la mitad para el año 2015 la proporción de personas para quienes el agua es inaccesible.
2. Que los gobiernos elaboren planes integrados de ordenación y eficiencia en la utilización de los recursos hídricos antes de 2005, con miras a mejorar la ordenación de los recursos de agua dulce para todos los fines.

3 Hieronimi, H., "Manejo Sustentable del Agua". En: *Permacultura* 1 – 8, 2002. <http://www.tierramor.org/permacultura/permacultura.htm>

4 *Ídem*.

Para cumplir con estas metas, los gobiernos, instituciones y organismos nacionales e internacionales han venido tomando acciones. Aunque todavía dista para cumplir con esas metas, entre las propuestas viables está la captación o cosecha de agua de lluvia, para consumo humano y para otros usos como la agricultura. La captación de agua de lluvia consiste en recolectar y almacenar el agua proveniente de la lluvia para el uso del ser humano.

## Antecedentes de la captación del agua de lluvia

Sobre la captación y almacenamiento de agua de lluvia, en nuestro planeta existen numerosas experiencias. Al respecto, FAO refiere que la cosecha y almacenamiento de agua de lluvia data de hace miles de años.<sup>5</sup> De acuerdo a estas experiencias, los volúmenes de agua y las formas de captar y almacenar han variado, desde volúmenes pequeños de algunos litros en recipientes móviles, hasta grandes masas de agua, formando pequeñas lagunas.

A través de la tecnología conocida como captación o cosecha del agua de lluvia, comunidades o unidades de producción agropecuaria, escuelas, etc. pueden asegurar el abastecimiento del agua para uso doméstico y agropecuario.<sup>6</sup> Aunque en los tiempos actuales el uso de esta tecnología es limitada, cada vez, por la necesidad de contar con el líquido vital, se va valorando y retomando su uso. La captación de agua de lluvia, desde hace algunos años está ganando importancia nuevamente en las áreas rurales, especialmente en los países en desarrollo. Investigadores reconocen cada vez más que el sistema de captación de agua de lluvia es una importante fuente de abastecimiento de agua para uso múltiple, como: agricultura, granjas de animales, uso doméstico, piscigranjas, entre otros.

De las experiencias logradas en México, aunque todavía escasas, las tecnologías para el aprovechamiento del agua de lluvia encajan muy bien dentro de los lineamientos del desarrollo sostenible, ya que las nuevas tecnologías y los materiales que se emplean son compatibles con lo social, económico y protección del medio ambiente. Si bien tradi-

5 FAO, *Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia, experiencias en América Latina*, Serie: Zonas Áridas y Semiáridas No.13, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 2000.

6 Beernaerts, *op cit*.

cionalmente para construir los contenedores, recipientes o cisternas se empleaban materiales como tierra y piedra, ahora se pueden emplear el cemento con arena, el ferrocemento, el hule o la geomembrana. La capacidad del contenedor, la duración, los costos y la facilidad para extraer el agua, varían de acuerdo al tipo de material empleado.

En el caso de México, si bien el uso del sistema de captación de agua de lluvia, como se indicó, no es reciente, en las áreas rurales se usan en forma de jagüeyes, aljibes y contenedores de poca capacidad de plástico, cerámica o metal.

## Planteamiento de la propuesta

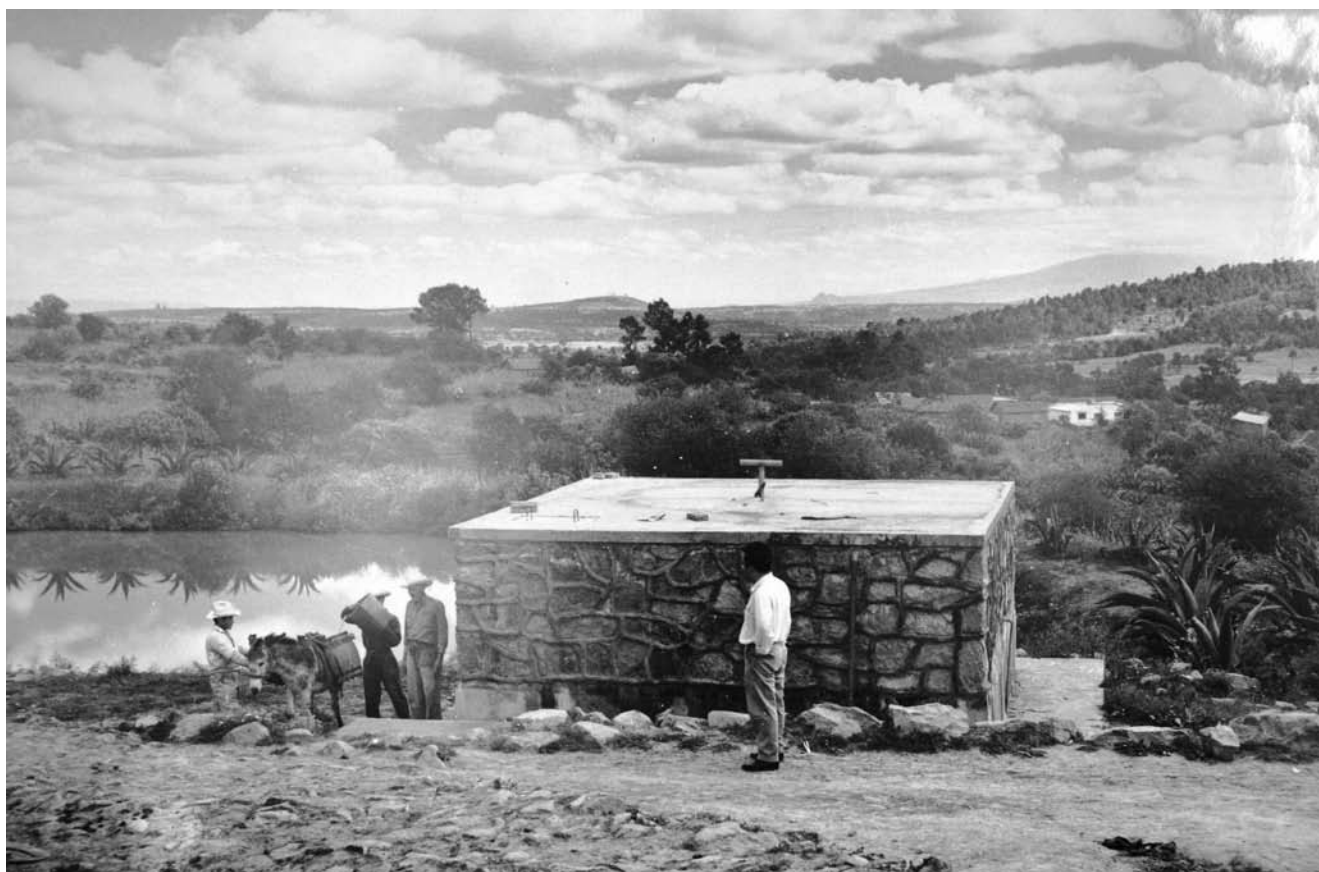
Por la falta de agua, especialmente en la época de secas, en las áreas rurales, las familias están limitadas para cultivar y para tener animales y, en el peor de los casos, hasta para cubrir las necesidades básicas de vida de las familias.<sup>7</sup> La misma fuente señala que en áreas con regular precipitación

7 FAO, *op cit.*

pluvial, esta situación puede ser superada si se implementaran sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia. Con el agua cosechada y almacenada, no sólo se puede producir alimentos en parcelas de pequeña escala, sino también puede servir para dar de beber a los animales y regar a los árboles frutales del traspatio.

Experiencias y estudios recientes sobre agricultura en pequeña escala, con el empleo de ciertas tecnologías más amigables con la naturaleza, como es la captación y almacenamiento del agua de lluvia, se pueden tener altos rendimientos de cultivos que cubrirían no sólo las necesidades alimenticias de las familias, sino también generar ingresos adicionales con la venta de los excedentes.<sup>8</sup> El traspatio es el espacio idóneo para practicar este tipo de agricultura. Este

8 Rodríguez, D., "Tecnología apropiada para la producción en pequeña escala en el sur: nuevos desafíos". Ponencia presentada en la *I Conferencia sobre Tecnología para el Desarrollo Humano y Sostenible*. Santiago de Chile, mayo 2001; Bueno, M., "La importancia del huerto familiar ecológico". *Discovery DSalud*, 2004. [http://www.dsalud.com/casasana\\_numero14.htm](http://www.dsalud.com/casasana_numero14.htm) Alba, E., "La producción convencional de alimentos a la agroecología, un camino necesario", en *Materiales de Reflexión. Comisión Confederal Contra la Precariedad*, España, 2005. [http://www.cgt.es/descargas/MR\\_22\\_Agroecologia.pdf](http://www.cgt.es/descargas/MR_22_Agroecologia.pdf)



Jagüey y tanque de almacenamiento en el poblado de Álvaro Obregón, 1963, Españita, Tlaxcala. AHA, Colección Fotográfica, caja 243, expediente 6818.

espacio manejado bajo los principios agroecológicos, se puede convertir en algo como un organismo vivo, el cual produce y recicla sus desechos aislándose de factores externos<sup>9</sup> Este autor sugiere que el modelo de la granja biodinámica debe funcionar como un organismo, cuyos procesos tengan la suficiente fuerza para mantenerlo sano, vigoroso y productivo. Dentro de ese organismo existe una circulación de materiales vegetales y animales, cuyo producto debe ser aprovechado de la mejor manera posible. Para lograr este propósito, refiere el autor, es necesario considerar y cumplir con las siguientes recomendaciones:

1. Trabajar decididamente procurando aumentar cada vez la actividad biológica de la tierra, de la que se desprenderán fertilidad y productividad de alimentos sanos e inoocuos;
2. Cultivar leguminosas, especialmente tréboles en la medida de lo posible;
3. Aplicar compostas;
4. Utilizar los preparados biodinámicos para fortalecer de manera directa los procesos vitales;
5. Usar al máximo los recursos y energías renovables, como la energía solar, el viento, el agua de lluvia, entre otros.

**Esta forma de hacer agricultura en propiedades pequeñas muestra varias ventajas:**

1. Es una forma eficaz para la conservación y protección del suelo que los sistemas mecanizados;
2. Es el sistema que requiere menos capital;
3. En el proceso productivo pueden participar los miembros de la familia y en el momento que dispongan de tiempo;
4. Por lo general, en un mismo espacio, se cultivan más de una especie, de acuerdo a las necesidades de alimentación de la familia;
5. El cultivo mixto o intercalado hace más dificultoso el ataque de plagas y enfermedades;
6. Si se presenta alguna plaga o enfermedad es más fácil su control, porque se puede combatir las incluso manualmente;
7. El propósito de la producción es más para el consumo familiar que para el mercado.

9 Meneses, O., "Agricultura biodinámica", 2003, en: <http://www.naturalred.com/agricultura/agroarticulos/huertos.htm>

En general, en este sistema biointensivo, se facilita la práctica de los principios de la agroecología y la agricultura sustentable. Es un sistema muy apropiado para aplicarlo a nivel de traspatio.

Aunque en nuestro medio es todavía escasa la aplicación de los principios agroecológicos para la agricultura en pequeña escala, sin embargo, la agudización de la pobreza rural, la falta de seguridad alimentaria, la degradación del medio ambiente, la inequidad, entre otros factores, están obligando a productores, funcionarios, técnicos, investigadores y sociedad en general a pensar y practicar la agricultura sustentable. Estudios recientes<sup>10</sup> recomiendan que la práctica de la agricultura de hoy en día, debe estar basada en los principios agroecológicos, cuyas acciones se indican a continuación:

- Aumentar el reciclaje de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes;
- Asegurar condiciones de suelo favorables para el crecimiento de las plantas, especialmente a través del manejo de la materia orgánica y aumento de la actividad biótica del suelo;
- Minimizar las pérdidas por el flujo de radiación solar, aire y agua, mediante el manejo del microclima (**invernaderos**), **la captación del agua de lluvia** y el manejo del suelo a través del aumento en la cobertura;
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en tiempo y espacio;
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad, promoviendo procesos y servicios ecológicos fundamentales;
- Aprovechar el conocimiento y las prácticas locales, incluidas las aproximaciones innovativas no siempre comprendidas del todo por los científicos, aunque ampliamente adoptadas por los agricultores.

**El objetivo final del diseño agroecológico, de acuerdo a Altieri, es integrar los componentes de manera tal que aumente la eficiencia ecológica general y se mantenga la capacidad productiva y autosuficiente del agroecosistema. Para lograrlo, la diversificación del agroecosistema es una estrategia clave. Lo que se trata con el manejo agroecoló-**

10 Rosset, P., y M. Bourque, "Lecciones de la experiencia cubana", en Funes, F., M. García y N. Pérez (Eds.), *Transformando el Campo Cubano, Avances de la Agricultura Sostenible*, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales ACTAF, La Habana, Cuba, 2001, pp. 32-45; y Altieri, M. 2001. "Agroecología: principios y estrategias desde la perspectiva cubana" prólogo, en Funes, F., M. García, y N. Pérez, (Eds.), *Ídem*, pp. 16-32.

gico es optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales. Al final, lo que se pretende con el diseño agroecológico es mejorar la sustentabilidad económica y ecológica del agroecosistema.

Estos antecedentes nos indican que, por un lado, existe una base sólida de la teoría para producir en forma sustentable los traspatios y por otra el reconocimiento de la importancia de los traspatios para la economía familiar. Sin embargo, la investigación y la promoción para su mejora han sido casi inexistentes. En México, los intentos de apoyo gubernamental para mejorar la producción de los traspatios datan apenas de algunos años.<sup>11</sup> Concretamente, desde que se iniciaron los programas de la Alianza para el Campo, hubo intentos para mejorar la producción de los traspatios. Las escasas evaluaciones realizadas indican que sus resultados fueron muy débiles, por la forma parcial de abordarlo y por lo limitado de los apoyos otorgados.<sup>12</sup>

Para aplicar los principios agroecológicos a nivel del traspatio se requiere probar e implementar medios y técnicas apropiadas. Afortunadamente, en la actualidad contamos con varias formas y técnicas para aplicarlas y adaptarlas a la producción agropecuaria del traspatio. Entre esas técnicas está precisamente aquella para captar y usar el agua de lluvia. Aunque es reconocido que las técnicas de captación de agua de lluvia ha desempeñado un papel importante en la producción agrícola y la vida en general en las zonas áridas y semiáridas en diversas partes del mundo, en América Latina y el Caribe su práctica es aun escasa, sobre todo con productores pobres. Por ello, la FAO recomendó que la investigación y práctica de la captación de agua de lluvia debe dar atención a los aspectos sociales (adopción y participación), económicos (costos y beneficios) y ambientales.<sup>13</sup>

## Implementación de la propuesta

En este entender y con el propósito de contribuir a mejorar la alimentación e ingresos de las familias rurales de escasos recursos económicos, se decidió implementar un proyecto piloto de investigación y acción en dos comunidades de Tlaxcala, consistente en probar tres tecnologías para la producción de hortalizas en el traspatio:

1. Un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia usando cisternas de ferrocemento,
2. Composteo con lombrices
3. Producción de hortalizas bajo invernadero con sistemas de riego por goteo.

El proyecto inició en marzo de 2004 con el apoyo económico del Fondo Mixto CONACYT – Gobierno del Estado de Tlaxcala y la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA) también de dicho estado. El proyecto se llevó a cabo en las comunidades rurales de Españita y Atlhuetzia, Tlaxcala. Este estado es uno de los más pequeños con 4 060.93 kilómetros cuadrados y una población de 962 642 habitantes.<sup>14</sup> En promedio, el estado está a una altitud de 2 230 msnm. La precipitación pluvial varía entre 600 a 1200 mm. De acuerdo a Popocatl,<sup>15</sup> actualmente un total de 3 630 familias viven en condiciones de marginación, localizadas en 100 poblaciones del estado. De este total, 11.87% vive en condiciones de muy alta marginación, ubicadas en 23 comunidades rurales. Las comunidades donde se registran los más altos índices de marginación están localizadas en Altzayanca, Huamantla, Cuapiaxtla, Terrenate, Tlaxco y Españita. Esta característica de marginación fue la que se tomó en cuenta para seleccionar las comunidades.

El presente trabajo está referido a los avances y resultados logrados, muy particularmente en lo que se refiere a la captación de agua de lluvia. Las preguntas que motivaron la investigación fueron ¿En qué medida los productores adoptarían las tecnologías introducidas? ¿Por qué las adoptarían o no dichas tecnologías? ¿Cuál fue el comportamiento de los productores al utilizar las llamadas ecotecnologías? y ¿Cuáles fueron los resultados e impacto en las familias y comunidad

11 Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, *Mujeres en el Desarrollo Rural, Marco Conceptual y Operativo*, SAGAR-IICA, México, 1998.

12 Rojas L., A. Quispe, "Evaluación del programa Microgranjas Orgánicas Integrales 1999-2000 en el municipio de Texcoco, estado de México: avances, logros y limitaciones", en *Comunicaciones en Socioeconomía, Estadística e Informática*, 9 1, 2005, pp. 21-38.

13 FAO, *op cit.*

14 Gobierno del Estado de Tlaxcala, Geografía. 2006. <http://www.tlaxcala.gob.mx/portal/geografia.html>

15 Popocatl, A., "Viven unas tres mil familias en niveles altos de marginación", en *El Sol de Tlaxcala*, 22 de abril de 2005.





*Desplantando el muro para el tanque de almacenamiento de agua potable en San Pedro Elacotepec, 1963, Xalostoc, Tlaxcala. AHA, Colección Fotográfica, caja 243, expediente 6821.*

al adoptar las técnicas introducidas? ¿Qué significa para la familia tener agua disponible?

El objetivo principal de la investigación fue determinar la adopción de las tres ecotecnias para la producción integral de los traspatios, así como los resultados e impacto en lo productivo, social, económico y medio ambiental. El objetivo específico de este trabajo es comunicar los logros alcanzados, así como las limitaciones percibidas en el proceso, especialmente en relación a la captación, almacenamiento y uso del agua de lluvia.

## **Metodología**

La investigación estuvo orientada por el método de sistematización de experiencias. Este tiene por característica que la investigación se realiza durante el proceso de la intervención, conjuntamente con los actores. Previo un diagnóstico y capacitación de los participantes en el proyecto, se introdujeron las tres ecotecnias: producción orgánica de

hortalizas bajo invernaderos y un sistema de riego por goteo, composteo con lombrices y captación de agua de lluvia en cisternas de ferrocemento, incluido el uso de la bomba de mecate para extraer el agua de la cisterna. Los métodos particulares utilizados para obtener los datos de campo fueron el censo, las entrevistas, la observación directa y la experimentación.

## **Resultados de la implementación de la propuesta**

### **Algunos aspectos demográficos de las familias participantes**

En la fase piloto del proyecto participan 20 familias, diez por cada comunidad. De acuerdo al estudio, 13 de los 20 jefes de familia se dedicaban mayormente a la actividad agropecuaria y los 7 restantes a otras actividades, como empleados, servicio de transporte y jubilado, pero que alguna vez habían

practicado la agricultura. En cuanto a escolaridad, ninguno era analfabeto, dos tenían nivel universitario y los demás al menos nivel primario. Tres fueron de mediano ingreso familiar y los demás de escasos recursos económicos. Las familias, en promedio, estaban conformadas por 5 miembros, con un máximo de 10 y un mínimo de tres. Mientras que en Españita todos los jefes de familia eran del sexo masculino, en Atlihuetzia tres eran del sexo femenino, esto debido a que una era divorciada, otra era separada y la tercera soltera. Sin embargo, casi en todos los casos los miembros de la familia participaban en las tareas de la producción del traspatio.

## Resultados sobre la construcción y uso de las cisternas para almacenar el agua de lluvia

### Sobre las construcción de las cisternas

La idea inicial fue que cada una de las 20 familias participantes contara con una cisterna para captar el agua de lluvia, pero por falta de recursos, se apoyó sólo a diez y esto fue en la comunidad de Españita. De las diez, nueve familias terminaron de construirla, de las cuales siete ya están en funcionamiento y dos en los últimos detalles (cuadro 1). La decisión para que las cisternas se construyeran en Españita fue porque la carencia de agua era más severa en esta comunidad que en Atlihuetzia y también porque los participantes demostraron mayor interés en su construcción.

**Cuadro 1. Número, capacidad y nivel de avances de las cisternas en Españita, Tlaxcala**

Familia	Superficie techo de la casa en m <sup>2</sup>	Capacidad de la cisterna (litros)	Nivel de avance al 12/02/06	Costo por cisterna*
1	90	33 500	Terminada	13 250.00
2	60	32 000	Terminada	12 600.00
3	120	35 200	Terminada	13 500.00
4	60	30 000	Terminada	10 800.00
5	70	31 500	Terminada	11 500.00
6	100	32 000	Terminada	12 000.00
7	110	32 000	Terminada	12 300.00
8	90	32 200	80%	12 300.00
9	80	35 000	80%	12 800.00
10	90	30 000	25%	--

\*Incluye gastos de instalación de la red de tuberías en los techos para captar el agua de lluvia

### Tipo de material empleado para la construcción de las cisternas

Las cisternas se construyeron de ferrocemento y de forma cilíndrica. Después de tres días de capacitación, los propios productores construyeron sus cisternas. En todos los casos hubo apoyo colectivo para la construcción. Los materiales empleados fueron: 1) malla electrosoldada, 2) malla gallinera, 3) mezcla de cemento y arena. La primera etapa de la construcción del ferrocemento fue la elaboración de la estructura metálica. En esta se entretejieron la malla electrosoldada con dos "capas" de malla gallinera. Una vez construida la estructura metálica se colocó en el hoyo y se cubrió con varias capas de cemento hasta llegar a un ancho de 5 cm en la parte superior y 7 cm en la parte inferior; esto debido a que en la parte inferior el peso del agua es mayor. La última capa del cemento fue más fina. Para impermeabilizar la pared y la base, se aplicó sellador, en algunos casos con "baba" de nopal y cal y en otros, con sellador industrial. En todos los casos la tapa de la cisterna fue de cemento con malla reforzada con varillas.

La excavación del hoyo se realizó con máquina, para la cual se solicitó el apoyo del Ayuntamiento de Españita. El costo para la excavación fue entre 100 a 150 pesos para el pago del combustible y el operador de la máquina. De este modo se facilitó la excavación; de no haber sido así, el tiempo y el costo de excavación hubieran sido mayor, dado que en la mayoría de los casos, el suelo fue tepetatazo y muy duro.

Al final, todos los participantes entendieron y aprendieron a construir una cisterna, incluyendo la construcción de la estructura metálica, el recubrimiento con cemento y arena, el sellado, entre otras, hasta la construcción de la red de tubos en el techado o azotea para dirigir el agua de lluvia hacia la cisterna. Algunas de las familias construyeron una especie de arenero antes de la entrada a la cisterna para evitar el ingreso de tierra o basura. En todos los casos los participantes pusieron una malla fina al final del tubo terminal con el fin de que el agua estuviese libre de tierra o basura.

### Determinación de la necesidad de agua

Aunque el propósito de captar el agua de lluvia fue para el riego de las hortalizas del invernadero, se estimó que el agua podría ser utilizada también para otros propósitos, como en la realidad es así. En una familia rural, donde en

ciertos períodos, sobre todo en la época seca, hay carencia de agua, el agua es utilizada para los animales, para la limpieza de los pisos, riego de otras plantas e incluso para la higiene y alimento de la familia. El cálculo se hizo tomando en cuenta las características de una familia promedio, con cinco miembros, algunos animales, plantas y las hortalizas del invernadero. El cuadro 2 muestra la clase de consumo y la cantidad de agua requerida en litros.

De acuerdo a los cálculos, con base en los índices de consumo diario, una familia rural con cinco miembros y número por tipo de animales en promedio, el requerimiento de agua diariamente es de 530 litros. Con base en este cálculo, el volumen requerido al año sería 193 450 litros de agua. Ciertamente esta demanda de agua no sería cubierta por el volumen de la cisterna, que es de 35 mil litros. Una cisterna llena de agua abastecería para un poco más de dos meses. Sin embargo, al poseer la cisterna, la familia tiene la oportunidad de llenarla con agua de otras fuentes, como el agua potable o de las pipas que periódicamente la venden. De este modo el agua de lluvia captada es un alivio para las familias. En dos casos, se observó que el agua era utilizada no sólo para el riego de las hortalizas, sino también para los animales, limpieza de la casa, incluso lavado de ropa y fabricación de bloques de cemento. En estos casos, cuando el agua de lluvia se terminó, las familias compraron agua

de las pipas y la depositaron en la cisterna. De no haber tenido la cisterna, aun cuando hubiera oferta de agua, no la habrían comprado en volúmenes mayores por no tener donde depositarla.

**Cuadro 2. Requerimiento de agua para una familia rural que incluye el consumo de las personas, los animales y las plantas.**

Clase de consumo	Cantidad de agua/día (litros)
<b>Consumo de las personas (5)</b>	
Limpieza de la casa e higiene personal*	25
Consumo de animales**	
Caballo o mula (2)	80
Borregos (10)	16
Cerdos (2)	24
Gallinas (10)	15
Pavos (5)	30
Sub-total	165
<b>Plantas incluyendo las hortalizas invernadero</b>	
Hortalizas (220)	330
Otro tipo de plantas (20)	10
Sub-total	340
<b>TOTAL REQUERIDO</b>	<b>530</b>

\*No incluye para consumo humano, para éste es usada el agua potable o entubada.

\*\*No se incluyó vacunos porque en el municipio era escaso.



Obras para la introducción de agua potable al poblado de Yauacamilpa, 1963, Mariano Arista, Tlaxcala. AHA, Colección Fotográfica, caja 243, exp. 6819

## Determinación de la capacidad de captación

Aunque el agua de lluvia se puede captar de varios espacios, lo que se utiliza para el caso de los de Tlaxcala es el techo o azotea de la casa habitación. Antes de construir las cisternas, previamente se hizo un cálculo sobre el volumen y el tiempo de llenado de la cisterna con el agua de lluvia. Para este efecto, se utilizó la siguiente fórmula:<sup>16</sup>

- **PPprom x Área x Factor = Agua colectada**, donde:  
**PPprom** = Precipitación pluvial promedio anual en milímetros  
**Área** = Superficie del techo o azotea en m<sup>2</sup>, de donde se colectará el agua.  
**Factor** = Error de la precipitación (0.9)
- Aplicando la fórmula para un caso concreto, se tiene:  
Precipitación pluvial promedio en España = 850 mm  
Superficie de techo = 80 m<sup>2</sup>  
Factor = 0.9  
850 x 80 x 0.9 = 61,200 litros

Con la aplicación de la fórmula se obtuvo un valor de 61 200, lo que indica que de una superficie de 80 m<sup>2</sup> de techo o azotea, se puede captar un volumen de 61 200 litros de agua durante un año, volumen suficiente para llenar una cisterna con capacidad de 35 000 litros. En la realidad todo este volumen (61 200 litros) se puede utilizar en la medida en que el agua captada se va utilizando durante el año.

## Captación y almacenamiento del agua de lluvia

Como se indicó en el párrafo anterior, el agua de lluvia se capta de los techos o azoteas de las casas. Para este efecto, en los contornos se construyen bordos pequeños y se da cierta inclinación a la superficie, para dirigir el agua de lluvia hacia una o más salidas. En estas salidas se colocan tubos colectores, los cuales se conectan a un tubo colector común que conduce a la cisterna. Para evitar que al tubo ingrese basura o suciedad, se coloca una malla filtro.

## Extracción del agua de la cisterna

Una de las desventajas de construir la cisterna debajo de la superficie es que para extraer el agua se requiere de un esfuerzo o costo adicional. En el caso de los de España, para extraer el agua de la cisterna, en algunos casos utilizan la forma tradicional que consiste en usar un lazo y una cubeta, en otros una forma más avanzada como la bomba eléctrica y unos pocos, la bomba de mecate o sogá. Este es un mecanismo tradicional pero mejorado, con el que se puede extraer volúmenes deseables con poco esfuerzo físico. Su descripción escapa de los propósitos de este trabajo. Sin embargo, cabe mencionar que su uso se va popularizando cada vez, por la sencillez de su construcción y uso y por lo razonable del costo de construcción e instalación.

## Impacto de la captación de agua de lluvia por las familias

¿Qué significa tener en el traspatio una cisterna con capacidad de más de 30 mil litros de capacidad? fue una de las preguntas formuladas a los productores. En respuesta, los nueve productores que tienen cisterna manifestaron estar muy satisfechos. Ahora disponen de agua para sus requerimientos, pero especialmente para el riego de las hortalizas en el invernadero.

La cisterna, a la par que las otras tecnologías introducidas, se ha convertido en una infraestructura necesaria no sólo para la producción de hortalizas en el invernadero, sino también para otros usos domésticos. Con el agua disponible, ahora pueden tener hasta tres cosechas de hortalizas al año, cuando es sembrada en forma de monocultivo. Cuando es policultivo, la siembra y cosecha es permanente. Estos resultados no hubieran sido posibles si no hubieran contado con el agua de las cisternas, sobre todo en la época de seca. Cuando no es suficiente el agua de lluvia captada, pueden comprar el agua de pipa y llenar la cisterna, la cual sirve no sólo para el riego de las hortalizas del invernadero, sino también para lavar la ropa, regar otras plantas y dar a los animales. Esto no hubiera sido posible de no haber contado con la cisterna.

Finalmente, después de dos años de estar operando el proyecto, su impacto ha sido importante para las familias participantes. Con la producción de las hortalizas en los traspatios, ahora las familias pueden disponer de alimen-

<sup>16</sup> Gallardo, V., "Cosecha y almacenamiento del agua de lluvia", Documento de trabajo, Cooperativa de trabajo para el desarrollo sustentable, Territorio Sur, 2002. <http://www.sociedadcivil.cl/ftp/COLECTORAGUASLLUVIA%281%29.doc>

tos sanos y nutritivos o tener algún ingreso adicional con la venta de los excedentes. Estos resultados han sido valorados por los funcionarios de la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA) del estado de Tlaxcala, por técnicos y productores de las comunidades vecinas, por lo que decidieron extender e implementar con 280 productores ubicados en las comunidades más deprimidas del estado. Lo que se espera es que ahora habiendo sido replicadas en otras comunidades del estado, se logren buenos resultados y su difusión siga avanzando, no sólo en el estado sino también en otras regiones del país.

# Objetivos y logros del Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del agua de Lluvia (CIDECALLI)

Dr. Manuel Anaya Garduño<sup>1</sup>

## Resumen

La creación del Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI) tiene como objetivo general el abastecimiento con agua de lluvia en cantidad y calidad para consumo humano a nivel de familia y a nivel comunitario dando especial atención a las poblaciones marginadas; además, se construyeron cisternas revestidas con geomembrana de PVC estéril sin problemas de liberación de sustancias tóxicas para el consumo humano y de gran plasticidad para el abastecimiento del agua para diversas especies animales y para el riego con agua de lluvia en cultivos desarrollados en invernaderos. Se ha realizado el registro ante el IMPI de la marca del agua de lluvia purificada "Lluviatl". La misión del CIDECALLI es formar líderes a nivel nacional e internacional en aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano, producción agrícola, consumo animal y uso industrial que conlleven a un mejor desarrollo social, económico y ambiental. La visión del CIDECALLI es promover la cultura sobre el aprovechamiento integral del agua de lluvia para el desarrollo sustentable y conservación de los recursos naturales en el ámbito mundial.

Los resultados obtenidos al construir los diferentes prototipos de cisternas del CIDECALLI, demuestran soluciones a los problemas de abastecimiento en cantidad y calidad del agua para consumo humano, consumo animal, riego de plantas en invernaderos y riegos de auxilio en la agricultura de temporal. Además, se ha dado amplia difusión al CIDECALLI a través de cursos, conferencias, manuales, cd's, programas de radio, trípticos, carpetas alusivas y entrevistas con periodistas y reporteros de televisión dentro y fuera del

país. Sin embargo, es importante reforzar los programas de investigación sobre calidad del agua para consumo humano añadiéndole elementos nutritivos para mejorar la nutrición en las comunidades marginadas. Es necesario enfatizar en la calidad del agua de lluvia para diversos usos: consumo humano, consumo animal, producción agrícola y uso industrial, ya que ¡calidad de agua es calidad de vida!

## Introducción

Alrededor de dos mil millones de personas (un tercio de la humanidad), sufrieron las consecuencias por desastres naturales en la última década del siglo XX; las sequías y las inundaciones representaron un 86% de éstos. Desde la época de bronce, los asentamientos humanos y las actividades económicas respectivas se han desarrollado de acuerdo a las disponibilidades de agua.

El abastecimiento de agua dulce representa uno de los problemas más críticos que enfrenta la comunidad internacional. El agua es un elemento primordial para la vida en nuestro planeta, el cuerpo humano está constituido por 70% de agua. Las fuentes importantes de agua se refieren a ríos, lagos y acuíferos, en los cuales ocurre una sobre explotación y contaminación lo cual pone en peligro a las diversas poblaciones. La cantidad de agua dulce en el planeta es la misma que hace 2 000 años, cuando la población humana era 33 veces menor a la actual. En el año 2025, dos terceras partes de la población mundial (5 500 millones de personas), vivirán en países con serios problemas relativos a la disponibilidad de agua, si continúan las políticas actuales.

Un 70% de la superficie terrestre es agua, solo 3% del agua en el mundo es dulce, tres cuartas partes de esta agua

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados anayam@colpos.mx

no es accesible ya que se encuentra en glaciares y en las zonas polares, solamente 1% es agua dulce y es accesible. El agua de estas fuentes, se abastecen con la lluvia, las nevadas y la niebla. En el ámbito mundial se dispone de 12.5 a 14 millones de metros cúbicos de agua por año para consumo humano.

Los problemas que presenta la humanidad en relación al recurso agua, se refieren a sistemas deficientes en abastecimiento de agua potable y saneamiento, lo cual provocará conflictos, tensiones hídricas, disputas y guerras a nivel local, nacional e internacional.

Es difícil establecer un consumo de agua *per cápita* debido a las diversas condiciones sociales económicas y ecológicas; la Organización Mundial de la Salud estima que para satisfacer las necesidades básicas para beber, saneamiento, bañarse y cocinar se requieren de 50 a 100 litros de agua dulce por persona por día para un estándar de vida mínimamente aceptable.

La agricultura es el sector que más agua consume en el ámbito mundial (70%) y el que más contaminación produce por el uso excesivo de agroquímicos, al inducir la contaminación de aguas superficiales y de los acuíferos. Los desechos de las industrias han aumentado considerablemente en las últimas décadas ya que los contaminantes industriales suelen arrojar directamente a las vías fluviales, el agua de lluvia arrastra también sales y aceites en las calles de las ciudades, también se presenta la lixiviación de metales pesados; además en las zonas industriales se tienen contaminantes como el dióxido sulfuroso y los óxidos de nitrógeno que forman la lluvia ácida.

Otro problema relacionado con el agua se refiere a las enfermedades las cuales causan la muerte a millones de personas cada año. Un 60% de la mortalidad de niños menores de un año se relaciona con enfermedades infecciosas y parasitarias, en su mayor parte relacionadas con la calidad del agua, tales son los casos de Bangla Desh y Pakistán. La provisión de agua pura y de saneamiento adecuado salvaría a millones de vidas al reducir la presencia de enfermedades relacionadas con la calidad del agua; lo anterior indica que los gobiernos y las organizaciones de asistencia deberán considerar como una alta prioridad el abastecimiento y la calidad del agua.

Según Herodoto de Halicarnaso los antiguos persas del siglo V (A. de C.) "Veneraban en tanto grado a los ríos, que ni defecaban, ni escupían, ni se lavaban las manos en ellos, como tampoco permitían que ningún otra persona lo hiciera"

El valor del mercado mundial del agua se estima en 22 mil mdd, con crecimientos anuales de 12%. En México el consumo *per cápita* es, en promedio, de 169 litros anuales y crece más que los refrescos de cola.

La situación actual en México en relación al abastecimiento y saneamiento del agua, indica que existen trece millones de habitantes sin acceso al agua potable y 24 millones que no cuentan con sistemas de drenaje y alcantarillado.

El territorio nacional cuenta con una superficie aproximada de 200 millones de hectáreas, de las cuales 110 millones se dedican a la ganadería, alrededor de 18 millones de hectáreas a la agricultura de temporal y 6.3 millones de hectáreas irrigadas. Lo anterior indica la necesidad de considerar los sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia como una tercera vía para ayudar a resolver los problemas que enfrenta la población, la ganadería y la agricultura nacional. Es posible establecer sistemas de captación del agua de lluvia en techos de casa habitación, edificios, centros comerciales, fabricas, almacenes; los cuales representan millones de metros cuadrados en el país de los cuales se podrían coleccionar millones de metros cúbicos de agua de lluvia, la cual con el manejo adecuado tiene una gran calidad.

En todo el territorio nacional se tiene un promedio anual de lluvia de mil 500 kilómetros cúbicos de agua. Si solo se aprovechara el 3% de esa cantidad, se podría abastecer a 13 millones de mexicanos que actualmente no cuentan con agua potable; dar dos riegos de auxilio a 18 millones de hectáreas de temporal; abastecer a 50 millones de unidades animal y regar 100 mil hectáreas de invernadero.

El Colegio de Postgraduados ante el reto de abastecimiento en cantidad y calidad de agua para los diversos usos (doméstico, agrícola, pecuario, forestal e industrial) ha establecido el Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI).

## Objetivos

- Captación y aprovechamiento del agua de lluvia con fines de consumo humano, industrial, agrícola, forestal y producción animal.
- Generación y transferencia de las tecnologías desarrolladas.
- Darle un valor agregado al agua de lluvia envasada al añadir: ácido fólico, flúor, minerales y vitaminas.

- Mejorar la eficiencia en el uso del agua de lluvia para la producción agrícola, ganadera y forestal.

## Materiales y métodos

El CIDECALLI consiste de un modelo novedoso de prototipos de cisternas revestidas con geomembranas de PVC de alta resistencia y diseño aplicados a la construcción de cisternas de uso doméstico, así como diversos prototipos comunitarios y de aplicaciones agropecuarias específicas, con enfoque sistémico para la captación, filtración, purificación, conducción, almacenamiento, disposición y tratamiento de agua. Es importante recalcar que el CIDECALLI promoverá la captación, purificación y envasado de agua de lluvia, dando especial atención a las comunidades rurales de escasos recursos y a las instituciones académicas. Además, se ofrecerán cursos y diplomados en sistemas de captación y aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, se reforzarán las actividades de investigación y de generación y transferencia de tecnologías sobre este tema.

Esta propuesta tecnológica permite reducir y evitar la evaporación y tiene prototipos diseñados para cisterna familiar, estanque para producción de peces y contenedor para riego de huerto familiar, purificadora de agua de lluvia, abrevadero para pequeñas explotaciones ganaderas, depósito para riego en invernaderos, reservorios para riegos agrícolas y digestor para tratamiento de aguas de desecho, los cuales constituyen en conjunto el Centro Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI), ubicado en Montecillo, Texcoco, Estado de México. A continuación se describen los prototipos de cisternas revestidas y techadas con geomembrana de PVC.

El sistema COLPOS 1 considera el ciclo hidrológico, utiliza el agua de lluvia para consumo humano previa filtración y purificación, las aguas jabonosas se utilizan en el sanitario, las aguas negras se tratan y el excedente se destina al riego de frutales (ver figura 1).

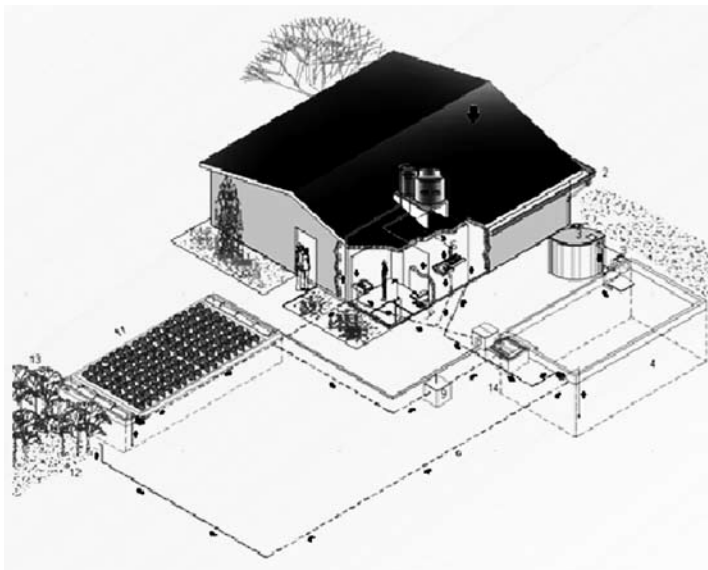
### Colpos 1. CISTERNA PARA USO DOMÉSTICO

#### DESCRIPCIÓN:

Abastecimiento con agua potable y purificada para una familia de 4 personas y un consumo de 100 litros diarios durante todo el año.

Área de captación 120 m<sup>2</sup>

Precipitación pluvial anual 610 mm



#### MANEJO INTEGRAL DEL CICLO HIDROLÓGICO

Tamaño del tanque de almacenaje 73 m<sup>3</sup>

Costo: 4 500 USD



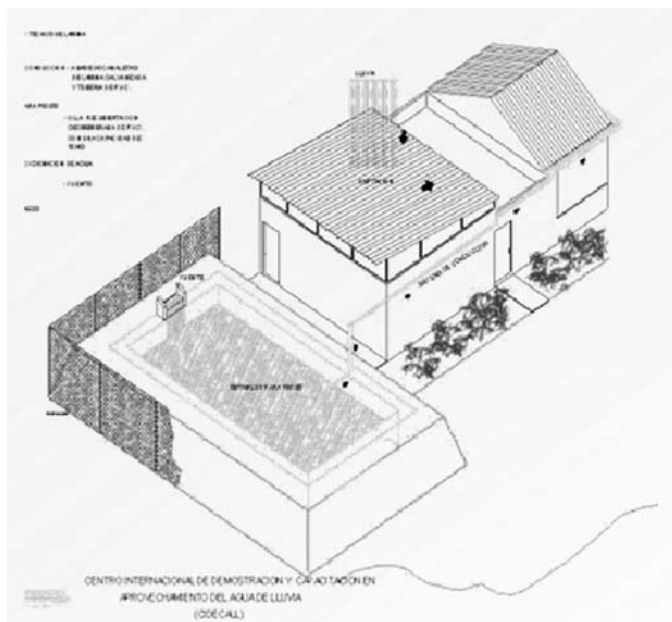
## Colpos 2. ESTANQUE PARA PECES DE ORNATO Y COMESTIBLES Y RIEGO DE HUERTO FAMILIAR

### DESCRIPCIÓN:

Cuenta con el sistema de captación, conducción y almacenamiento de agua de lluvia para el cultivo de peces de ornato y comestibles en sistemas de producción libre y de jaulas flotantes.

Un uso alternativo del agua es el cultivo de hortalizas y plantas medicinales en huerto familiar para proveer a la familia de vitaminas y minerales y los subproductos para consumo animal y elaboración de compostas.

Capacidad: 70 m<sup>3</sup>  
Costo: 1 800 USD



## Colpos 3. PURIFICADORA DE AGUA DE LLUVIA

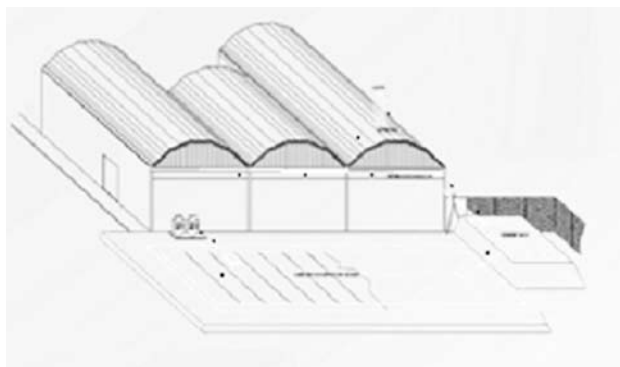
### DESCRIPCIÓN:

Es posible el abastecimiento del agua de lluvia purificada a nivel **comunitario**. Además, es posible prevenir la presencia de enfermedades gastrointestinales.

La inversión per cápita es de 40 a 50 USD

Capacidad de la cisterna: 2 000.00 m<sup>3</sup>

No. de personas beneficiadas: 2 300



## Colpos 4. ABREVADERO PARA PEQUEÑAS EXPLOTACIONES GANADERAS

### DESCRIPCIÓN:

Con esta obra se asegura agua de calidad a los animales de un pequeño hato ganadero para asegurar su supervivencia y buen desarrollo en épocas de estiaje. Se diseñó para satisfacer las necesidades de consumo (50 litros por día por unidad animal)

Contará con sistemas de captación, conducción, almacenamiento (cubierto), filtrado y disposición (abrevaderos).

Capacidad: 500 m<sup>3</sup>

Costo: 4 000 USD



## Colpos 5. CISTERNA PARA RIEGO

### DESCRIPCIÓN:

El propósito de esta cisterna es almacenar el agua captada en los techos de los propios invernaderos y mantenerlo en condiciones de calidad adecuada para riego de cultivos bajo el sistema hidropónico. Se demostrará que es posible el cultivo bajo este sistema intensivo aún en los lugares con condiciones inadecuadas de clima y precipitación para el cultivo de cielo abierto.

Capacidad: 2 000 m<sup>3</sup>



## Logros

La creación del centro internacional de demostración y capacitación en aprovechamiento del agua de lluvia (CIDECALLI) tiene como objetivo general el abastecimiento con agua de lluvia en cantidad y calidad para consumo humano a nivel de familia y a nivel comunitario dando especial atención a las poblaciones marginadas; además se diseñaron cisternas revestidas con geomembrana de PVC estéril sin problemas de liberación de sustancias tóxicas para el consumo humano y de gran plasticidad para el abastecimiento del agua para diversas especies animales y para el riego con agua de lluvia en cultivos desarrollados en invernaderos. Se ha realizado el registro ante el IMPI de la marca del agua de lluvia purificada "Lluviatl". La misión del CIDECALLI es formar líderes a nivel nacional e internacional en aprovechamiento del agua de lluvia para consumo humano, producción agrícola, consumo animal y uso industrial que conlleven a un mejor desarrollo social, económico y ambiental. La visión del CIDECALLI es promover la cultura sobre el aprovechamiento integral del agua de lluvia para el desarrollo sustentable y conservación de los recursos naturales en el ámbito mundial.

En la zona Mazahua se planteó y construyó un sistema para captar agua de lluvia para almacenarla y purificarla con un sistema de tratamientos acorde a la calidad de la fuente para envasarla y abastecer continuamente a una población que no cuenta con agua de calidad.

Los habitantes beneficiados son 2600 habitantes con un consumo *per cápita* de 2.4 litros diarios de acuerdo a la recomendación de la Organización Mundial de la Salud de la ONU, representando anualmente un volumen de 2246 m<sup>3</sup> y un volumen de almacenamiento de 1500 m<sup>3</sup> para ocho meses de sequía.

Los pasos que se realizaron para el diseño del sistema de captación se presenta a continuación:

1. Localización del sitio para establecer el sistema,
2. Determinación de la demanda,
3. Cálculo de la disponibilidad de agua,
4. Diseño del área efectiva de captación de precipitación,
5. Diseño del sistema de conducción del agua captada,
6. Diseño del volumen del sedimentador o trampa de sólidos,
7. Diseño del sistema de almacenamiento de agua captada,
8. Diseño del bombeo de agua almacenada y diseño del sistema de purificación.

Para el diseño se considera la demanda de agua mensual de los meses de sequía y para mantener un abastecimiento permanente se adicionan dos meses más.

Datos:

$$D_j = 187.2 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$M \text{ sequía} + 2 = 6 + 2 = 8$$

$$V = 187.2 * 8 = 1497.6 \text{ m}^3 \text{ cisterna} =$$

De esta manera y considerando el ejemplo anterior, los resultados de la zona Mazahua fueron: 21 metros de ancho, 36 metros de largo por 3.5 metros de profundidad -2 646m<sup>3</sup> más grande que el volumen de almacenamiento-.

Para realizar el diseño del sistema de purificación, se tomaron muestras de agua de lluvia de la zona y en laboratorio especial se determinaron parámetros físicos y químicos, dentro de los más importantes para la selección del equipo son: TDS (600 ppm), dureza superior a 200 ppm y menor de 200 unidades de turbidez; por tanto se seleccionó una planta purificadora con sistema de suavización y ósmosis inversa, garantizando así la calidad del producto.

La planta purificadora de agua está diseñada para abastecer a una población de 6000 habitantes con una dotación diaria de 2.4 litros *per cápita* de acuerdo a la norma de la Organización Mundial de la Salud. Sin embargo la producción inicial será de 328 garrafones de 19 litros por turno, una producción mensual de 9 853 garrafones (187 mil litros de agua purificada) representando el 41 % de la capacidad total.

En la Meseta Tarasca, en el municipio de Los Reyes, se establecieron tres proyectos de captación, almacenamiento, purificación y envasado de agua de lluvia.

Las características de las poblaciones, infraestructura disponible, necesidad de agua por año y las dimensiones de las cisternas que abastecen dicha demanda, se presentan en la lista siguiente.

- Lugar Altitud (msnm)
- Población (habitantes)
- Área de captación (m<sup>2</sup>)
- Necesidad (m<sup>3</sup>/año)
- Dimensiones (m)
- Santa Rosa 2650 179 200 175 14x13x3.5
- San Isidro 2550 1462 1400 1314 41x10x3.5
- San Antonio 2500 690 750 613 19x11x3.5

Se consideró conveniente utilizar los techos de las instituciones educativas con el objeto de fomentar y reforzar la cultura sobre la captación y el aprovechamiento eficiente del agua de lluvia, que contribuya al desarrollo rural sustentable en las comunidades de las zonas marginadas.

El proceso de producción del agua de lluvia purificada no genera contaminantes, por lo que no se tendrán problemas al descargar el agua al drenaje.

Las tres plantas purificadoras de agua de lluvia están diseñadas para abastecer a una población de 3 000- 6 000 habitantes con una dotación diaria de 2.4 litros *per cápita* de acuerdo a la norma de la organización mundial de la salud. Con una producción inicial de 800 garrafones de 19 litros por turno de ocho horas. Con una capacidad de almacenamiento de las tres cisternas de 1 millón quinientos mil litros y una capacidad de purificación de agua de lluvia de 2 millones quinientos mil litros. El costo de producción de un garrafón de 14 litros es de \$4.40.

En los últimos dos años el CIDECALLI ha dado capacitación a más de 2 500 estudiantes, productores, técnicos, investigadores y tomadores de decisiones, así como a organismos no gubernamentales. Se está elaborando la norma sobre sistemas de captación del agua de lluvia con el objeto de certificar a técnicos especializados en la materia. Además, se contempla el establecimiento de diplomados a nivel nacional e internacional y establecer alianzas estratégicas con instituciones educativas.

## Conclusiones

- El agua de lluvia representa una solución para abastecer en cantidad y calidad a las poblaciones que no tienen acceso a este vital líquido. Además, es una opción para la producción agrícola, el uso industrial y el consumo animal, lo cual garantiza el abastecimiento en cantidad y calidad.
- Los prototipos de cisternas revestidas y techadas con geomembrana de PVC permiten ofrecer tecnologías para el abastecimiento con agua de lluvia a las poblaciones marginadas y representan una estrategia para la autosuficiencia en las instituciones educativas.
- Los proyectos de Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia, son rentables, productivos y de alta competitividad. En los sistemas comunitarios, la inversión por persona varía de 350 hasta 500 pesos.

# Notas del Pasado

## **AGUA POTABLE PARA LA REGION DEL MEZQUITAL** **Intensa Labor se ha Venido Realizando**

### El Universal

Confirmando los datos que se dieron a la publicidad, recientemente, acerca de los trabajos que ejecuta la Comisión Nacional de Irrigación en el Estado de Hidalgo para el abastecimiento de agua potable a unos pueblos de la región del Mezquital, consignamos el informe, ahora, de que ya se iniciaron los trabajos correspondientes, mediante los cuales contará con

agua potable el Internado Indígena que se construye en el municipio Ixmiquilpan, así como los pueblos de Orizabita, Los Remedios y San Andrés, de la expresada región.

El personal técnico enviado por la Comisión Nacional de Irrigación, está laborando con toda actividad para que en un plazo relativamente corto y de acuerdo con los programas respectivos, se de cima a los trabajos de referencia, que constituyen un aspecto de la obra que desarrolla dicha dependencia, que no se concreta exclusivamente a trabajos de aprovechamiento de agua potable a las poblaciones de determinados casos, como el de Tijuana, B. C., y de los pueblos del Mezquital.



*Jagüey de abasto en San Agustín Tlaxiaca, 1970, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. AHA, Colección Fotográfica, caja 97, expediente 2523.*

Con relación al Internado Indígena de Ixmiquilpan, debe mencionarse el detalle de que se está efectuando un estudio para el aprovechamiento de aguas de río Tula, a efecto de poder regar una extensión de cien hectáreas, con lo que se formará un Campo Experimental, para uso de los alumnos del mismo establecimiento. La toma de agua se hará a la altura de Mexe y las obras correspondientes se iniciarán también, muy en breve.

*8 de Agosto de 1937*

## **AGUA POTABLE A LOS OTOMIES** **Algunos Pueblos de la Zona de Mezquital** **Serán Debidamente Aprovechados**

### **Excélsior**

El Departamento de Asuntos Indígenas, desde hace mucho tiempo se viene preocupando por la dotación del servicio de agua potable a las comunidades aborígenes, por constituir una necesidad vital y un factor decisivo de salud.

Por esta circunstancia dicha dependencia –nos dice el DAPP-, ha venido estudiando el estado de vida de nuestros indios, por lo que se refiere al aprovisionamiento de agua potable, y, en consecuencia la misma planteó el problema de la necesidad de agua que tienen las diversas comunidades que se hallan en el Valle del Mezquital, por lo que en el reciente Congreso Regional Indígena de Ixmiquilpan se acordó favorecer en tal sentido a los indios otomíes de aquella zona.

El citado Departamento ha logrado la cooperación del Departamento de Salubridad Pública y del Gobierno de Hidalgo, para aprovisionar de agua a la zona del Mezquital, y a la fecha ya se han realizado dichas obras en muchas comunidades de la referida zona.

Como tales obras son absolutamente necesarias en otras regiones indígenas del país, el Departamento hará idénticas gestiones ante salubridad y los respectivos gobiernos locales para que cuanto antes los indígenas cuenten con suficiente agua potable.

*19 de Octubre de 1938*



Pozo Núm. 2 del Sistema de Abasto Téllez-Acayuca, 1970, Zempoala, Hidalgo. AHA, Colección Fotográfica, caja 97, expediente 2524.

## **RIQUEZA LIQUIDA EN UNAS GRUTAS**

**Nota de Raúl Horta**

**Las aguas de Tonaltongo tienen propiedades radioactivas**

Excélsior

A unos cuantos kilómetros de Ixmiquilpan se encuentra un manantial de aguas radioactivas (termales) que aún es desconocido en México turísticamente. En el Estado de Hidalgo, hacia la margen derecha del río Tula, se levanta una altura que es conocida como el Cerro de la Corona. Al pie de éste se encuentran las Grutas de Tonaltongo cuya abertura inicial es de diez metros por quince.

Penetrando en dichas grutas, al llegar al centro de la primera galería, es fácil descubrir dos potentes chorros de agua que saltan por dos tubos calizos. El líquido que los forma es agua dulce y caliente, de temperatura que oscila entre los 36 y los 37 grados centígrados.

### **EL DESPERDICIO DE LAS AGUAS**

Toda el agua que emerge en forma de gruesos chorros (se calcula que son arrojados 2.5 metros cúbicos por segundo) se acumula en parte sobre las oquedades del piso de la gruta, pero casi la totalidad del líquido se desliza por una quebrada pendiente de pequeños receptáculos que funcionan como exclusas escalonadas.

El señor Guillermo de Luzuriaga, que en el año de 1936 fue a visitar estos lugares como enviado de la Secretaría de Economía, asegura que la riqueza desperdiciada es enorme. Las aguas termales, al no ser contenidas en un vaso de suficientes dimensiones, forman pequeños arroyos que se pierden rápidamente en la amplitud del valle.

Por tanto, Excélsior ha querido mostrar al Gobierno del país, la necesidad que existe de ofrecer al turista esta nueva fuente de salud, edificando con este fin un hotel contiguo a los baños, en donde el visitante o el enfermo puedan gozar de una relativa comodidad.

Viendo hacia la salud del pueblo, deben las autoridades mexicanas preocuparse por que los manantiales de Tonaltongo sean puestos a la disposición de todas las clases sociales, terminando así desde un principio con las diferencias que se hacen en los más conocidos balnearios de la República, y que posiblemente, cuando el sitio sea descubierto turísticamente, tratarán de imponer los entonces

propietarios de las fuentes, mismas que la actualidad pertenecen a la Nación.

*19 de Marzo de 1944*

## **OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUA Y DRENAJE EN SAN PEDRO, COAH.**

El Universal

La planificación de la ciudad y los estudios relacionados con el costo de las proyectadas obras de introducción de agua potable y drenaje en esta ciudad, se encuentran prácticamente terminados por los ingenieros Escobosa y Rodríguez, comisionados a ese fin por el señor Gobernador del Estado.

El costo de las importantes mejoras, según los proyectos de los ingenieros comisionados es alrededor de seiscientos mil pesos, incluyendo todos los servicios necesarios al abastecimiento de agua y drenaje, servicios ambos de que ha carecido esta localidad tangible, ya que todos los elementos oficiales se muestran empeñosos y decididos a que esa obra se inicie cuanto antes.

El diputado local por este distrito, señor Manuel Antero Fernández; el Presidente Municipal, señor Luís Fernández y el Gobernador del Estado, doctor Jesús Valdés Sánchez, están favorablemente dispuestos a efectuar la obra, contando, además, con la ayuda moral y material del Departamento de Salubridad Pública y la del general Cárdenas Primer Magistrado de la República.

*8 de Abril de 1935*

## **SIGUE ESCASEANDO EL AGUA EN TORREÓN**

El Nacional

La carestía del indispensable líquido se ha venido acentuando, a tal grado que origina dificultades y muchas veces penalidades. Como el agua almacenada en las Vegas, terminó hace tiempo y el procedimiento de hacer pozos en el fondo ya no produce suficiente cantidad de líquido, el consumo se hace de las distintas norias que existen en la población,

cuya producción resulta insuficiente para llenar todas las necesidades. Por ferrocarril se ha estado trayendo un tanque de agua diariamente de Torreón, para venderlo a los vecinos que lo necesitan.

*17 de Mayo de 1935*

## **AGUA POTABLE PARA PUEBLOS DE COAHUILA**

### **Importante Autorización que el Señor Presidente de la República ha Ordenado**

## **CIEN MIL PESOS**

### **Lo Mejor es que se Trata de Llevar el Bienestar a Una de las Más Prósperas Zonas**

El Nacional

SALTILLO, COAHUILA.- El Jefe del Departamento de Salubridad se acaba de dirigir al Gobierno del Estado manifestándoles que tiene órdenes del señor Presidente de la República de entregar al Estado de Coahuila la cantidad de cien mil pesos para la dotación de aguas potables a los pueblos que no sean cabecera de Municipio.

El Gobierno de Coahuila llenará los siguientes requisitos para tener derecho a recibir la cantidad expresada:

Procedes a formular los proyectos y presupuestos de las obras de diez o más poblados, que no sean Cabecera de Municipio;

Que se prefieran las obras, en primer lugar, de aguas de manantial, en segundo de aguas artesianas y por ultimo de aguas rodadas, que previo análisis no resulten contaminadas.

Que no se estricta la aplicación de \$10,000.00 para cada poblado, porque habrá algunos cuyo costo sea mayor y en este caso, como en todos, debe tomarse en cuenta la mano de obra que aportarán sus habitantes, y en cambio cuando sea menor el costo pueden dedicarse los saldos en beneficio de otros poblados, bajo el concepto de que el conjunto no deberá exceder a la cantidad indicada.

Que aparte de enviar los proyectos y presupuestos de que se ha hecho mención, se adquiera el compromiso, por escrito, de los vecinos de cada poblado, sobre la conservación por su cuenta de las obras y de cubrir además, los gastos de servicio; en la inteligencia de que debe tomarse en consideración que en los casos en que haya necesidad de instalar

bombas o artificios para elevar el agua, se procure que el costo del mantenimiento sea lo más económico, es decir, alimentación de gas pobre y siempre pensando en la posibilidad de que el mismo servicio de abastecimiento de agua sirva, a la vez, para la instalación de algún molino, de luz eléctrica o de riego, y

Que de ser posible, se reúnan varios poblados para verificar una sola obra, siempre que el costo de ella no exceda de la suma de \$10,000.00 que a cada uno se asigna y, que los referidos proyectos, así como la dirección técnica de las obras, deberán ser ejecutadas por cuenta de ese Gobierno, quedando la supervisión de los mismos bajo el control de este Departamento.

*5 de Febrero de 1936*

## **SALTILLO, SIN AGUA EN 50 AÑOS SI NO SE REGLAMENTA SU USO**

**Nota de Francisco Orduña**

La Jornada

Saltillo, Coah., 4 de junio.- De no aplicarse en forma inmediata una política integral de uso racional del agua, con sistemas de reciclaje, captación de caudales desperdiciados y racionalización del consumo, todas las fuentes explotadas y potenciales para el abasto de esta ciudad se agotarán, en los próximos 50 años.

Así lo advirtieron a las autoridades estatales expertos internacionales convocados para analizar la captación, distribución y reutilización del líquido en la capital de Coahuila.

Mario Eulalio Gutiérrez Talamás, director del Fideicomiso del Agua (Fidagua), organismo creado por la administración estatal para establecer un programa de solución a la crisis de abasto en Saltillo, dio a conocer las observaciones iniciales de los especialistas internacionales consultados sobre el tema, e informó de la contratación de la empresa anglo-mexicana Severn Trent que realizará un diagnóstico y propuestas de solución.

La empresa inglesa, a través de su subsidiaria en México, efectuará una evaluación técnica de las fuentes potenciales de abastecimiento no explotadas, y diseñará los proyectos para racionalizar la distribución, así como para establecer un sistema global de reciclaje de aguas residuales para su reutilización.



“Los primeros indicativos de los expertos es que la crisis del sistema de abasto es grave, con perspectivas de un colapso, a partir de múltiples deficiencias que van desde las actuales captaciones de agua, los sistemas de distribución y hasta el aparato administrativo encargado del cobro, por lo cual se deberá adoptar una solución integral”, expresó.

Gutierrez Talamás, empresario minero y de la construcción, dos veces presidente municipal de Saltillo, afirmó “así como la tecnología de captación es obsoleta y no existe capacidad para un mejor aprovechamiento del agua de lluvia, la red de distribución es un desastre, y por la falta de medidores, las conexiones clandestinas o las fugas, se pierde más de la mitad del caudal obtenido”.

*5 de Junio de 1994*

## **LA COMARCA LAGUNERA, “UN INMENSO TIANGUIS” DE TIERRAS**

### **Renacen los viejos tiempos de la hacienda y el señor feudal**

**Nota de Sara Lovera, enviada,/l**

#### **La Jornada**

Torreón, Coah., 4 de enero.- La Comarca Lagunera es como “un inmenso tianguis” en el que se oferta tierra ejidal, la cual se vende y se compra a 850 nuevos pesos la hectárea, para dedicarla a ampliaciones urbanas y nuevos ranchos lecheros. No hay control ni seguimiento oficial y, por ello, los viejos tiempos de la hacienda y el señor feudal renacen imparables.

Estimaciones diversas, encuestas e informes parciales señalan que el 40 por ciento de los 637 ejidos de la zona se han venido o rentado a agriculturas prósperos o a inmobiliarias urbanas; es decir, aproximadamente un millón de hectáreas han vuelto al control de ocho o nueve familias y a grupos de inversionistas. En la zona conurbada de Lerdo, Gómez Palacio y Torreón se contabilizan 27 ranchos, algunos hasta de 5 mil hectáreas, como el de los Macías, cerca de Gómez Palacio (Durango).

Las nuevas familias que compran y rentan de 100 a 600 hectáreas en distintos puntos de La Comarca son los Herrera, los Anaya, los Obeso, los Dávila, los Garza, los Ramos Salas, los Abularach, los Macías, los Villalobos, que son también funcionarios, legisladores, ganaderos, constructores e

industriales. En el último año nacieron al menos dos inmensas pasteurizadoras y los suelos se pueblan del cultivo de alfalfa.

Sobre las tierras que en 1936 repartió el general Lázaro Cárdenas –donde otrora se erigió un poderoso emporio algodoner– se edifican naves de futuras maquiladoras, inmensos y modernos establos, así como conjuntos habitacionales; se planean y diseñan centro comerciales y carreteras, y al menos un aeropuerto, en Viesca, sobre 6 mil 400 hectáreas, cuya licitación se tramita.

En esas tierras crecieron las ciudades de Torreón, Lerdo y Gómez Palacio. Informes estadísticos indican que la población rural es menos del 20 por ciento del total de la Comarca Lagunera.

Según el dirigente de la Unión Campesina Democrática (UCD), Jorge Torres Castillo, la especulación abierta, la oferta y la demanda de tierras, las acciones “legales”, que incluyen la renta de tierras hasta por 30 años de un ejido o muchas de sus parcelas, son el primer saldo de las modificaciones al artículo 27 constitucional que, para “aumentar la producción de alimentos y mejorar a los campesinos”, les ofreció la posibilidad de ser propietarios directos de la tierra, y que ahora les permite venderla o rentarla.

#### **La venta urbana**

Hasta ahora, la oficina del Registro Agrario Nacional ha certificado 305 títulos de plena propiedad a 125 personas en solo 4 ejidos. Además, se otorgaron derechos parcelarios a otros 13 mil 400 campesinos y se ha regularizado, en más de 400 mil hectáreas, el 25 por ciento de la comarca rural.

Es decir, afirmó Miguel Ángel Ordaz, responsable del Registro, “se puede presumir que existen cientos de transacciones ilegales”. Rentas de tierra y derechos de agua que hoy se “legalizan” en las más de 14 notarías de la Comarca. Con el título parcelario, los campesinos pueden iniciar procesos de compromiso de venta o renta de tierras hasta por 30 años, traslado de derechos de agua rodada o de las norias y, de este modo, resuelven temporalmente su miseria.

La especulación y una extendida fiebre de compra y venta ha dividido a los ejidatarios y los ha enfrentado en la discusión, “porque muchos no quieren vender, otros sí; algunos quieren comprar lo que tienen sus compañeros, pero ahora no se respeta nada y avanza una nueva conquista”, aseguró Jesús Ortiz Ortega, dirigente de la UCD de Gómez Palacio, quien aseguró que muchos de los especuladores son extranjeros.

Los ejidatarios se emplean en sus tierras, donde cobran jornales de 80 a 120 pesos semanales a nuevos patrones. También trabajan en las pasteurizadoras por el mismo jornal, en la construcción o simplemente abandonan la tierra.

Al continuar la depresión económica en el campo, la miseria se ha profundizado. Hasta el 15 de diciembre, ninguna cartera vencida, renegociada a 15 años, había reportado algún pago, informó la gerencia del Banco Rural.

Según el ingeniero José Cruz Rodríguez, del Centro de Investigadores y Graduados Agropecuarios (CIGA), en el último año cayeron el precio y el cultivo de 19 productos básicos, incluido el maíz, el frijol y el algodón. Ninguno de ellos cumplió las expectativas planeadas oficialmente y se calcula que el 30 por ciento de los campesinos se han trasladado a las ciudades o han emigrado a las zonas industriales de la frontera de Chihuahua y Coahuila. Aseguró que ello se debe al empobrecimiento de miles de antiguos aldoneros, que prefieren rentar o vender su tierra por la caída del valor de los productos.

La especulación de tierras, sobre todo de ejidos conurbanos, se conoció hace 6 años, cuando dejaron de fluir los créditos a la agricultura y desapareció el aldonero. Fue así como –según reportó la revista Brecha en febrero de 1993– se incorporaron a la zona urbana tierras de los ejidos El Tajito, La Unión, San Agustín, Ignacio Allende, San Antonio de los Bravos, Zaragoza, La Joya, La Merced, San Luís, La Rosita y El Ranchito, para el crecimiento de la ciudad de Torreón. De ellos, solamente Zaragoza y Allende han sido liberados del régimen ejidal, según el archivo del RNA.

Las ventas en esa época, generalmente a distintas inmobiliarias, eran todas ilegales. Así se extendió la mancha urbana. La voracidad cobró la vida de Julio Zúñiga, presidente del comisariado ejidal de Zaragoza, asesinado el 21 de enero de 1993, a unos meses de la reforma al 27 constitucional. Asesinato aún sin aclarar.

En Zaragoza, se instalará una planta textil de mezclilla, en 15 hectáreas. La inversión es del grupo Ajat, y se dice que el equipo, cuya vida útil será de 8 años, estaría en la frontera a finales diciembre pasado, procedente de Bélgica. La planta será la primera de una proyectada ciudad industrial. Esta industria dará empleo directo a 400 obreros y mil 600 indirectos. En 1993 se informó que en la transacción los ejidatarios serían asesorados por el gobierno del estado.

Mientras tanto, de los ejidos conurbados, que representaban mil 300 hectáreas, 600 fueron vendidas de manera irregular en los últimos 20 años. Ahí existen importantes

fraccionamientos: en La Merced, 3 mil lotes construidos; en la Rosita, 3 mil 800 lotes con 7 colonias, y en el Tajito, 2 fraccionamientos con 4 mil lotes.

*29 de Enero de 1995*

## **POBREZA Y ENDEUDAMIENTO, CAUSAS DE LA ENAJENACION DE LA TIERRA**

### **Nota de Sara Lovera, enviada, /III y ultima**

#### **La Jornada**

Torreón, Coahuila.- La venta de tierras en la Comarca Lagunera se relaciona directamente con la presión ejercida contra el sistema ejidal en los últimos 12 años, cuando las instituciones agropecuarias y financieras redujeron el apoyo real a 37 mil ejidatarios.

Hace dos años había en la región 50 mil personas sin posibilidades de vivir de la agricultura y en los 16 municipios de La Comarca dejaron de circular más de mil millones de nuevos pesos. La especulación, que ya existía, arreció.

Un recorrido por la zona reveló que hoy existe una oferta de tierras que rebasa la demanda, y los campesinos son esquilados por decenas de especuladores. En el ejido Emiliano Zapata las primeras ofertas de ventas alcanzaron los 160 mil nuevos pesos por hectárea; en el Refugio se trasladaron 100 hectáreas a los particulares a mil pesos cada una; la venta de derechos de agua que en principio fue hasta de 6 mil nuevos pesos, ahora lo es de 3 o 4 mil pesos al año. Un derecho de agua puede ser hasta de 27 ejidatarios.

Macario Acuña Juárez, ejidatario de El Consuelo, municipio de Gómez Palacio, informó que por falta de recursos y a pesar de “la demanda que hicimos para un programa desde 1972”, se tuvieron que rentar 180 hectáreas a Carlos A. Herrera, dueño de una pasteurizadora, a 80 pesos hectárea por año. Cada uno de los 27 ejidatarios, “que nos resistimos a vender en definitiva”, recibe 500 nuevo pesos al año por concepto de renta. Ahí mismo se renta una noria y media a Antonio Padilla; el contrato es por 30 años.

Los ejidatarios de El Consuelo deben 10 mil nuevos pesos cada uno al Banrural. “No hemos pagado nada porque”, explicó Macario, “el rancho no da nada”. Contó Macario que los ejidatarios y sus hijos se emplean con “los patrones”, dueños de establos lecheros, por 80 pesos a la semana como veladores o peones.

Para Macario, en La Laguna “sobra hoy quien quiera vender” y la lucha por conservar la tierra se ha abandonado, reconoció.

Elías Medina, del ejido Reforma, relató que ahí existen 68 ejidatarios y el 80 por ciento de ellos renta la tierra. El ejido está a 25 kilómetros de Gómez Palacio. Martín Macías hizo un contrato por 30 años para sembrar alfalfa. Macías tiene una pequeña propiedad en Luján y renta tierras en Reforma, Santa Cruz, Gregorio Garcia, Chihuahuita, Rivera de Santa Cruz, entre otros terrenos. Se calcula que Macías controla unas 5 mil hectáreas para siembra de forraje y alfalfa.

El pago por renta y uso de agua varía de 850 a mil nuevos pesos y el tiempo de los contratos oscila de tres a 15 años. Todas las transacciones se hacen ante notario público: “No es necesaria la asamblea”, afirmó Elías.

A los ejidatarios de Reforma, convertidos en veladores o peones, afirmaron Macario y Elías, les pagan 20 pesos diarios y trabajan seis días por semana, y no tienen IMSS ni seguridad alguna.

En el ejido El Refugio, donde se sembró por años con el riego de aguas negras, el presidente municipal de Gómez Palacio, Ernesto Borhinger, ha querido comprar cien hectáreas “para reserva territorial”, pero según José Ismael Gallegos, uno de los ejidatarios, “no hemos llegado a un acuerdo porque sólo quiere pagar a 800 pesos la hectárea”.

Ante el fenómeno de la compra venta las autoridades tuvieron que publicar en todos los diarios del 7 de diciembre último un desplegado advirtiendo a jueces, notarios públicos, autoridades administrativas, propietarios y personas interesadas “en adquirir tierras ejidales” que, de acuerdo con el artículo 89 de la Ley Agraria, deberán notificar cualquier operación de enajenación de tierras para que el gobierno “ ejerza su derecho a la preferencia”. Se advirtió que si no se da a conocer, la operación de compra venta podría ser nula. El desplegado lo firma el Secretario de Desarrollo Social del gobierno de Coahuila, Rogelio Ramos Oranday.

La crisis de la agricultura lagunera, según Carlos López Serrano, del ejido Nuevo Castillo, provocó también el abandono de tierras en amplias zonas. En su ejido, él es el único que no ha vendido la propiedad. Relató que, además de “pagar poco”, lo hacen en “abonos”. En Nuevo Castillo se vendieron 80 hectáreas a mil 200 nuevos pesos cada una. Pero, hasta ahora, “sólo le han pagado a mis hermanos 75 mil pesos y el resto se hará en partes y en tres años”.

Jesús Ortiz Ortega, de la Unión Campesina Democrática de Gómez Palacio, explicó que la pobreza de los campesi-

nos, la desesperación y el “inmenso endeudamiento” los ha obligado a deshacerse de su único patrimonio que es la tierra. El relató que existen en la zona 27 grandes ranchos controlados por unos cuantos inversionistas, ganaderos, dueños de establos y pasteurizadoras.

Lo más grave es que las autoridades no llevan ningún control; las rentas y/o ventas simuladas, mientras termina la regularización, se hacen hasta por 30 años, y existen decenas de españoles, como Leoncio Córdoba, que compran tierras y parcelas en abonos. Muchos ejidatarios han ofrecido, dijo, programas y proyectos de producción que no ha sido tomados en cuenta.

La Comarca fue la zona de principal producción de algodón en el país. Durante muchos años la exportación de la fibra le dio al desierto nueva vida. Las ciudades crecieron, los hijos de los ejidatarios que nacieron en los años 50 fueron a la escuela, son maestros e ingenieros. Sus nietos no tienen hoy ninguna oportunidad, afirmó Ortiz Ortega, y llamó a las autoridades a voltear sus ojos a estas tierras y a miles de hombres y mujeres que han perdido su patrimonio.

Según un estudio realizado por investigadores de Chapingo, la Comarca se encamina a un proceso de industrialización con empresas maquiladoras. Sin embargo, Martha Román, socióloga que investigó el desarrollo de la cría y comercialización de pollos, relató que este desarrollo fracasó y actualmente la producción de las aves se empieza a trasladar a otras zonas del país.

El empobrecimiento en La Laguna se profundiza, aseguró, lo que causa interrogantes y contradicciones, aunque existe paralelamente como un halo de modernidad que no se corresponde con las cifras socioeconómicas. Nadie atina, dijo, a explicarse cómo y para qué surgió este furor de especulación de tierras.

*31 de Enero de 1995*

# Bibliografía de la Biblioteca Central de Estudios y Proyectos

Títulos de algunos Estudios y Proyectos de los estados de Hidalgo y Michoacán, localizados en la Biblioteca Central de Estudios y Proyectos de la CONAGUA, cita en la planta baja del AHA.

## Hidalgo

1. Estudios Geohidrológicos, S.A. de C.V., *Proyecto Pozuelos, Ixmiquilpan, Hidalgo. Informe Técnico Preliminar*, Comisión Nacional del Agua (CNA), México, 1992, 86 pp.
  - Clasificación: Anaquel 77, Entrepañó E, Número 3, Estado HGO.
2. GEO RE, S.A., *Proyecto El Xotho, San Salvador, Hidalgo*, SARH, México, 1982, 56 pp.
  - Clasificación: Anaquel 25, Entrepañó E, Número 16, Estado HGO.
3. Acevedo Suárez, Cesar, Ingeniero, *Estudio Agrológico Detallado del Proyecto de riego de La Loma, Nopala de Villagrán, Hidalgo*, SRH, México, 1970, 50 pp.
  - Clasificación: Anaquel 23, Entrepañó E, Número 32, Estado HGO.
4. Secretaría de Recursos Hidráulicos, *Informe del Estudio Agrológico Detallado de la Vega de Metztlán*, Hidalgo, SRH, México, 1957, 68 pp.
  - Clasificación: Anaquel 23, Entrepañó E, Número 21, Estado HGO.
5. Acevedo Suárez, Cesar, Ingeniero, *Informe Agrológico Detallado del Proyecto de Atotonilco El Grande, Hidalgo*, SRH, México, 1949, 47 pp.
  - Clasificación: Anaquel 23, Entrepañó E, Número 14, Estado HGO.



Pozo de abasto comunitario de Santiago Tlapacoya, 1973, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. AHA, Colección Fotográfica, caja 940, expediente 28566.

6. Comisión Nacional de Irrigación (CNI), *Informe Agroecológico del Proyecto de Riego de Maravillas, Nopala de Villagrán, Hidalgo*, CNI, México, 1937, 21 pp.
  - Clasificación: Anaquel 23, Entrepañó E, Número 5, Estado HGO.

## Michoacán

1. Secretaría de Agricultura y Recurso Hidráulicos, *Programa de Incremento a la Producción de Maíz en la zona de Villa Escalante, Michoacán*, SARH, México, 1985, 101 pp.
  - Clasificación: Anaquel 34, Entrepañó A, Número 37, Estado MICH.
2. Secretaría de Agricultura y Recurso Hidráulicos, *Programa de Incremento a la Producción de Maíz en la zona de Coeneo, Michoacán*, SARH, México, 1985, 85 pp.
  - Clasificación: Anaquel 34, Entrepañó A, Número 38, Estado MICH.
3. Secretaría de Agricultura y Recurso Hidráulicos, *Estudio PIPMA Zacapu, Michoacán*, SARH/Residencia Regional de Agrología en Morelia, Michoacán, México, 1984, 64 pp.
  - Clasificación: Anaquel 34, Entrepañó A, Número 13, Estado MICH.
4. Bufete de Proyectos, S.A. de C.V., *Estudio Agrologico Detallado del Proyecto de Riego Cieneguita, Coeneo, Michoacán*, SARH, México, 1982, 42 pp.
  - Clasificación: Anaquel 36, Entrepañó E, Número 25, Estado MICH.
5. Bufete de Proyectos, S.A. de C.V., *Estudio Agrológico Semidetallado del Proyecto de Riego Coeneo, Michoacán*, SARH, México, 1982, 54 pp.
  - Clasificación: Anaquel 36, Entrepañó E, Número 24, Estado MICH.
6. Bufete de Proyectos, S.A. de C.V., *Estudio Agrológico Semidetallado del Proyecto de Riego La Mancha, Huaniqueo, Michoacán*, SARH, México, 1982, 49 pp.
  - Clasificación: Anaquel 36, Entrepañó E, Número 19, Estado MICH.



Tanque de almacenamiento de agua para abasto del poblado de Tecomatlán, 1966. Ajacuba, Hidalgo. AHA, Colección Fotográfica, caja 382, expediente 11075.

- 7.** Asesco, S.A., *Estudio de las Relaciones de Producción en la Unidades de Riego Zacapu, Coeneo, Tarímbaro y Santa Ana Maya, Michoacán*, SARH, México, 1981, 63 pp.
  - Clasificación: Anaquel 37, Entrepáño A, Número 7, Estado MICH.
  
- 8.** Asesco, S.A., *Proyecto Técnico Económico, Zacapu-Coeneo, Michoacán*, SARH, México, 1981, 170 pp.
  - Clasificación: Anaquel 37, Entrepáño A, Número 2, Estado MICH.
  
- 9.** Rangel C., Aureliano, Técnico Agrónomo, *Estudio Agrológico Semidetallado del Proyecto de Riego La Cofradía, en el Municipio de Coeneo, Michoacán*, SARH, México, 1978, 32 pp.
  - Clasificación: Anaquel 33, Entrepáño D, Número 56, Estado MICH.
  
- 10.** Gutiérrez A., Jesús y Valente Gómez Escalante, *Estudio Agrológico Semidetallado del Proyecto San Pedro Puruátiro, Coeneo-Huaniqueo, Michoacán*, SARH, México, 1978, 54 pp.
  - Clasificación: Anaquel 33, Entrepáño D, Número 52, Estado MICH.

[www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)

