

TÉCNICA DE BOLSEO: SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PARA SIEMBRAS EN HUMEDAD RESIDUAL UTILIZADO POR PRODUCTORES DE MASIACA, SONORA

BAGGING TECHNIQUE: WATER CATCHMENT SYSTEM FOR RESIDUAL MOISTURE CROPS USED BY PRODUCERS MASIACA, SONORA

Pastor **Sánchez-García**¹; Adán Guillermo **Ramírez-García**¹; Artemio **Cruz-León**² y Pedro **Montes-Rentería**³

¹Profesores Investigadores del Centro Regional Universitario del Noroeste; Profesor Investigador de la Dirección de Centros Regionales Universitarios; ³Alumno del Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo.

RESUMEN

En el sureste de Sonora como en la mayoría del estado, por sus condiciones de aridez y semiaridez la tierra es improductiva si no se cuenta con pequeñas o grandes obras de riego. Donde las condiciones económicas son reducidas, los productores se ven en la necesidad de desarrollar técnicas que coadyuven a sortear la erraticidad en la disponibilidad de agua y sobre todo con fines de riego. Es por ello que los indígenas Mayos y productores privados de la comunidad de Masiaca, Sonora, hayan desarrollado una técnica para cosecha de agua de avenidas de los arroyos intermitentes cercanos a sus parcelas, y una vez que de punto el suelo puedan establecer cultivos de su interés, con lo que logra obtener cosechas aceptables en maíz, garbanzo, sorgo y cártamo.

No obstante lo anterior estos productores se enfrentan a una serie de problemas relacionadas principalmente con la escasez de lluvias; la falta de apoyos crediticios para la construcción de las obras requeridas o bien el mantenimiento de las mismas; la falta de rentabilidad de los cultivos ahí establecidos, el abandono de los terrenos de cultivo, la erosión del conocimiento, etc.

Del análisis del trabajo se pueden obtener las siguientes conclusiones: La técnica de balseo resulta viable si se tienen lluvias abundantes en Octubre con la presencia de ciclones; los rendimientos aceptables que se obtienen en los cultivos ahí establecidos se deben en buena medida al aporte de materia orgánica que se obtiene de las avenidas; los niveles organizativos ahí observados son sencillos y de carácter operativo.

Palabras clave: comunidad de Masiaca, técnica de balseo, cultivos, arroyo.

SUMMARY

In the southeast of Sonora as in most of the State, land is unproductive due to its arid and semi-arid land, if it does not have small or large irrigation facilities. Where economic conditions are reduced, producers need to develop techniques that help to overcome the erraticity in the availability of water, especially for irrigation. That's why Mays Indian and Masiaca community private producers from Sonora have developed a technique for harvesting from water of avenues of the intermittent streams near their plots, and once the ground has the adequate humidity conditions they can establish crops of their interest, so it is possible to obtain acceptable harvest in corn, peas, sorghum and safflower.

However, these producers face a series of problems related primarily to the lack of rain; lack of credit support for the construction or maintenance of the required facilities; lack of profitability of crops established there, the abandonment of agricultural land, erosion of knowledge, etc.

The analysis of this study can draw the following conclusions: The bagging technique is feasible if there are heavy rains, with the presence of cyclones, in October; the acceptable harvest obtained in established crops is largely due to the contribution of organic matter derived from the Avenues; the organizational levels observed are simple and operational.

Key words: community Masiaca, bagging technique, crops, stream.

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes de las obras hidráulicas prehispánicas en México son remotos; por la diversidad del tipo de obras que se han encontrado se sabe que éstas han respondido a necesidades de captación, conducción, almacenamiento, distribución e irrigación durante diferentes épocas de la historia del país.

Sin duda, el riego artificial fue utilizado para reducir el tiempo de espera en el establecimiento de las siembras, al aprovechar el agua de ríos, manantiales y lagos cercanos, utilizando canales y acueductos construidos para este fin; la práctica del riego se realizó principalmente en zonas semiáridas y áridas de México.

Así, por las condiciones semiáridas que predomina en la región sur del estado de Sonora, tanto productores privados, ejidatarios y comuneros practican la ganadería bovina extensiva y la agricultura de humedad residual; sin embargo, por el conocimiento ancestral del medio que les rodea, algunos de estos tres tipos de productores han desarrollado una técnica que les permite derivar las avenidas de los arroyos intermitentes para el establecimiento de sus cultivos de interés, a la cual denominan “técnica de bolseo”, esto con el objetivo de sortear la reducida disponibilidad de agua en el área y la irregularidad de las lluvias; en razón de lo anterior es que derivan el agua de las avenidas temporales del arroyo Masiaca o bien de sus afluentes, hacia los terrenos agrícolas que se encuentran aguas abajo del arroyo en mención, almacenando volúmenes considerables en los terrenos agrícolas por medio de la construcción de bordos en derredor de los mismos.

Una vez infiltrada el agua retenida y cuando el suelo da punto, establecen los cultivos de su preferencia, que en este caso son el garbanzo y cártamo, aunque también hay quienes siembran cultivos tradicionales como el maíz, frijol, calabaza, sorgo y ajonjolí, donde obtienen una producción media anual aceptable, con lo que se busca asegurar la autosuficiencia en algunos productos básicos y otros para mercado local, a la vez que se proveen de forraje para la ganadería que practican.

Este sistema ancestral de riego, permite darle un uso al escaso recurso hídrico disponible en forma intermitente y representa una alternativa digna de ser estudiada, entendida y difundida entre los productores *temporaleros* de esta región, donde las condiciones edáficas e hídricas así lo permitan.

Los objetivos que se definieron en la realización del trabajo consistieron en: 1. Conocer el proceso de planificación que se lleva a cabo en el uso del agua derivado de las avenidas del arroyo Masiaca; 2. Estudiar los factores que se toman en cuenta para la construcción de las bolsas y cómo se maneja el agua al interior de las mismas; 3. Rescatar y difundir aquellas prácticas agrícolas que conlleven al desarrollo de una agricultura en un marco de sustentabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar este trabajo se aplicó la metodología propuesta por Apollín y Eberhart (1998), quienes plantean considerar el tema bajo un enfoque sistémico en términos de contemplar los aspectos históricos, sociales, económicos, culturales, hidráulicos y agronómicos, en el análisis e interpretación del tema aquí propuesto.

En su planteamiento metodológico mencionan que los puntos más relevantes que describen la operación de un sistema de riego campesino son: el sistema normativo y los derechos del agua; la geografía de la red de riego; los sistemas de producción y las estrategias familiares de producción; así como la organización de los usuarios del recurso agua.

Para la obtención de la información necesaria se diseñó una encuesta estructurada en función del desglose de los temas arriba mencionados; asimismo se entrevistaron a productores que emplean

la técnica aludida; a las autoridades civiles y agrarias de la comunidad; además de la consulta bibliográfica respectiva y el uso de datos vectoriales para la elaboración de los mapas temáticos principales como: el lugar donde se localiza la comunidad objeto de estudio, la pendiente, los tipos de suelo y el clima. También se tomaron una serie de muestras de los suelos para conocer las características físicas y químicas de los mismos y tener los elementos necesarios para un análisis más completo del trabajo realizado.

Antecedentes de las obras hidráulicas prehispánicas

Como ya se mencionó, el aprovechar el agua de ríos, manantiales y lagos cercanos a terrenos con potencial agrícola, utilizando canales y acueductos construidos con fines de riego, también se construyeron otras obras denominadas terrazas que contribuyeron al riego para el establecimiento de cultivos de interés, las que se utilizaron principalmente en zonas de ladera, donde la geografía era demasiado accidentada, cuya finalidad fue la de retener la humedad y minimizar la erosión de los suelos de cultivo (1). Esta fue una técnica hidráulica especializada para adaptar el régimen de cultivos a las condiciones específicas de lugares como el valle de México, donde las lluvias eran irregulares (Palerm, 1970).

A decir de Zapata-Peraza (1982), en Oaxaca se localizaron almacenes subterráneos con el mismo fin. También destacan en este tipo de depósitos los chultunes o cisternas mayas. Los jagüeyes han sido otra estructura importante para el abastecimiento de agua, que consiste en bordos de tierra compactados, donde se recibe el agua de los escurrimientos de los cerros cercanos o bien de manantiales. Los cuales cumplen funciones tanto para distribución y consumo humano como para abrevadero de animales (Hernández, 2003). Otras obras contemporáneas son los acueductos mexicas que tuvieron distintas etapas en sus formas de construcción y desarrollo (González, 2011).

También se han encontrado sistemas de riego con presas derivadoras transitorias, las que se caracterizaban por presentar bordos o “empalizadas” para represar el agua, construidas con troncos, cañuela o varas entretrejidas, piedras, tierra y pasto, servían para obligar a las aguas a desviarse a un canal que ya se había construido. Esta agua era utilizada durante la temporada de secas y sus estructuras son destruidas al llegar los temporales cuando los ríos aumentan su caudal haciendo el riego innecesario (Anónimo, 1993).

Las lagunas constituyeron también una importante fuente del recurso hidráulico, factor relevante en el florecimiento de grandes ciudades como Teotihuacán y Tenochtitlan (González, 2011). La importancia de este sistema lagunar radica en que permitió la vida urbana, la comunicación lacustre, pero sobre todo la construcción de chinampas. Las chinampas o jardines flotantes, constituyeron una de las obras hidráulicas con mayor importancia, vitales para el desarrollo de imperios como el Mexica, ya que estos islotes de tierra cultivable, permitieron la actividad agrícola dentro del lago de Texcoco.

Con el impulso del riego agrícola se perseguían dos objetivos básicos: *1) incrementar los rendimientos tanto de las plantas cultivadas (productividad agrícola) como del trabajo humano (productividad del trabajo, las horas-hombre invertidas por superficie cultivada) y, 2) servir como instrumento para ampliar la “frontera agrícola”, dado que la irrigación permitió colonizar más tierras (cada vez más altas o más bajas, más áridas y con lluvia errática o insuficiente o sujetas a heladas y granizadas) y dar lugar al cultivo continuo de la tierra* (CONAGUA, 2009).

A decir de Hernández (2003), a la llegada de los españoles, muchos de los sistemas hidráulicos continuaron utilizándose sin grandes cambios; sin embargo, después de cierto tiempo estos sistemas empezaron a sufrir transformaciones. Por un lado, con la conquista se terminó el régimen de organización social existente y se implantó la organización en haciendas, por lo cual, la compleja red de canales que sirvió para irrigar los valles fue inutilizada. No obstante lo anterior, se siguió aprovechando el agua pluvial mediante presas derivadoras y se introdujeron nuevas técnicas de desviación de corrientes de agua como las galerías filtrantes o qanats de origen persa.

Los acueductos subterráneos o qanats fueron usados en el país durante esta época, para irrigación o para conducir agua de consumo humano, lo cual se logró mediante la excavación de pozos hasta encontrar agua freática y un canal con una pendiente suficiente para el escurrimiento de agua por gravedad; las también llamadas galerías filtrantes, sirvieron tanto para la captación de agua como para mejorar su calidad al ser infiltrada en el suelo. Sistemas de este tipo se han encontrado en Parras, Viesca y Saltillo, Coahuila, en las ex-haciendas de San Luis Potosí Pardo y el Peñasco, así como en la zona de Tlaxcala-Puebla en Acatzingo y Tepeaca, Tehuacán y Valsequillo (Palerm, 2004).

Hoy en día, aún existen en el norte del país algunas estructuras hidráulicas que datan de las épocas prehispánica y colonial. Sistemas como el de transporte de agua por gravedad y las galerías filtrantes cuentan con miles de años de existencia en Mesoamérica y durante este tiempo han sido usados para la derivación de agua para su aprovechamiento agrícola, a dichas obras se les conoce como sistemas de riego pequeños. Estudios sobre este tipo de sistemas han demostrado que tienen un alto grado de sostenibilidad, bajos costos económicos y altos rendimientos de producción agrícola, por lo que se pueden considerar como una importante alternativa de generación de desarrollo.

A pesar de tales características dichos sistemas se encuentran en decadencia, debido en gran parte a su desconocimiento, tanto en el aspecto técnico como en el organizacional. Algunos de los problemas que enfrentan los sistemas pequeños de riego son su dependencia del mantenimiento y control de los bosques para favorecer la infiltración del agua, la desaparición de comunidades indígenas y rurales que se encarguen de su operación y mantenimiento con la consecuente disponibilidad de recursos financieros, y finalmente, la expansión del proceso de distribución de agua por redes entubadas.

No obstante lo anterior, todavía se cuenta con algunos casos exitosos en el funcionamiento de sistemas pequeños de riego. Entre los más importantes se mencionan a Parras de la Fuente en Coahuila, Bustamante en Nuevo León y Valle de San Bartolomé en Chihuahua. De acuerdo con Martínez (2007), la importancia del estudio de dichos sistemas no sólo estriba en la recuperación de las estructuras hidráulicas históricas, sino también en la ayuda que pueden brindar en la continuidad y conservación de mantos acuíferos y en la generación de tecnologías sustentables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Localización del área de estudio

En la parte Sureste y fuera del Distrito de Riego Río Mayo se localiza la Comunidad de Masiaca, ésta es de origen Mayo y fue fundada en 1647 por los aborígenes; hasta 1957 perteneció al

municipio de Álamos, pasando en ese año a la administración del municipio de Navojoa; se ubica en la parte sur de dicho municipio a unos 45 km aproximadamente.

La población es indígena y la comunidad se integra por 15 congregaciones, siendo en orden de importancia por el número de habitantes Masiaca (1461); Las Bocas (904); San José (589); Sirebampo (583); Jopopaco (543); Teachive (475); Chuacayi (275); San Pedrito (179); Camahuiroa (158); Huebampo (151); Bachomojaqui (106) y Coteco. La población reportada por CONAPO en el año 2000 fue de 5,424 habitantes.

Dicha comunidad se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico, en la Subprovincia Fisiográfica de la Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa; posee una superficie de 46,480 hectáreas. Su localización geográfica está entre los 26°45' de Latitud Norte y los 109°13' de Longitud Oeste. Por ubicarse dentro de la Planicie Costera el territorio de la comunidad se encuentra casi en su totalidad con pendientes ligeras menores al 6% como se aprecia en la *Figura 1*; con solo una elevación relativamente importante al norte, todo el territorio se encuentra en una altitud de 270 msnm.



Figura 1.- Mapa de pendientes registradas en la Comunidad de Masiaca, Sonora.

Clima

El clima que se tiene en el área de estudio corresponde a un BSo(h)w(e), lo que significa que es un clima seco y muy cálido, la temperatura media anual es mayor a los 24°C; con una oscilación térmica anual entre 7 y 14°C (SARH,1984).

La precipitación media anual es de 346 milímetros, aunque puede variar desde los 200 mm en las partes bajas a los 500 milímetros en las partes más altas; el mayor volumen (75%) se registra en

los meses de Julio-Octubre, con una distribución muy errática; es durante el mismo período que también se presentan las mayores temperaturas, con máximas extremas de 43°C, lo que se traduce en niveles de evaporación del orden de los 1337 milímetros, los datos se muestran en el *Cuadro 1*.

Cuadro 1.- Datos climatológicos registrados en la estación meteorológica de Masiaca (SARH. 1984)

Parámetro	Periodos y valores
Tiempo observado	1973-1981
Temperatura media anual	24.4°C
Temperatura máxima extrema	43.5°C
Temperatura mínima extrema	2.0°C
Precipitación media anual.	346 mm
Periodo de mayor precipitación	Julio-Octubre
Porcentaje del total	75.4
Precipitación invernal %	24.6
Evaporación	1337 mm

En función de los datos citados, Duarte (1988), menciona que la permanencia de la humedad en el suelo escasamente es de un mes.

Suelos

Los suelos existentes en la comunidad son los típicos de la llanura sonoreña, los que de acuerdo con datos vectoriales de INEGI (2004 y 2005), de las 46,480 ha que comprende el área de estudio, el 92.8% son Yermosoles, lo que indica que puede contener capas de cal o yeso en la superficie, su uso agrícola está restringido a las zonas donde se puede contar con la cosecha de agua para siembras de humedad residual. Cuando existe el recurso hídrico y se tiene un conocimiento y tecnología adecuada, es posible obtener buenos rendimientos en los cultivos. En menor cuantía están los Regosoles, suelos que representan un 4% de la superficie de la comunidad, en consecuencia son los segundos más importantes, se caracterizan por ser poco desarrollados verticalmente, cubren la roca madre y son regularmente pobres en materia orgánica. También es posible encontrar Litosoles, que son suelos de roca desnuda, sobre todo en áreas escarpadas o de pendientes pronunciadas; además de una pequeña proporción de Solonchak en la parte noroeste, suelos que se caracterizan por su alto contenido de sales y que regularmente se localizan en las costas u orillas de lagos salobres, el mapa de suelos ahí localizados se muestra en la *Figura 2*.

Vegetación

Según información derivada de datos vectoriales de INEGI (2014), dentro de la comunidad existen 765 ha de pastizal, aproximadamente 567 ha son de pastizal cultivado y 198 ha de pastizal inducido. Los pastizales inducidos son aquellos derivados de alguna perturbación al medio natural, y corresponden a una fase de sucesión normal de comunidades vegetales. El pastizal resultante de las perturbaciones de matorrales contiene especies que en general son de porte bajo y muchas veces poco densas; incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloe*, *Erioneuron*, *Aristida*, *Lycurus* y *Bouteloua* representan con frecuencia las especies dominantes. Los pastizales cultivados son introducidos intencionalmente en una región y para su establecimiento se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferentes partes del mundo

como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Distichlis spicata* (pasto salado), entre otras muchas especies.

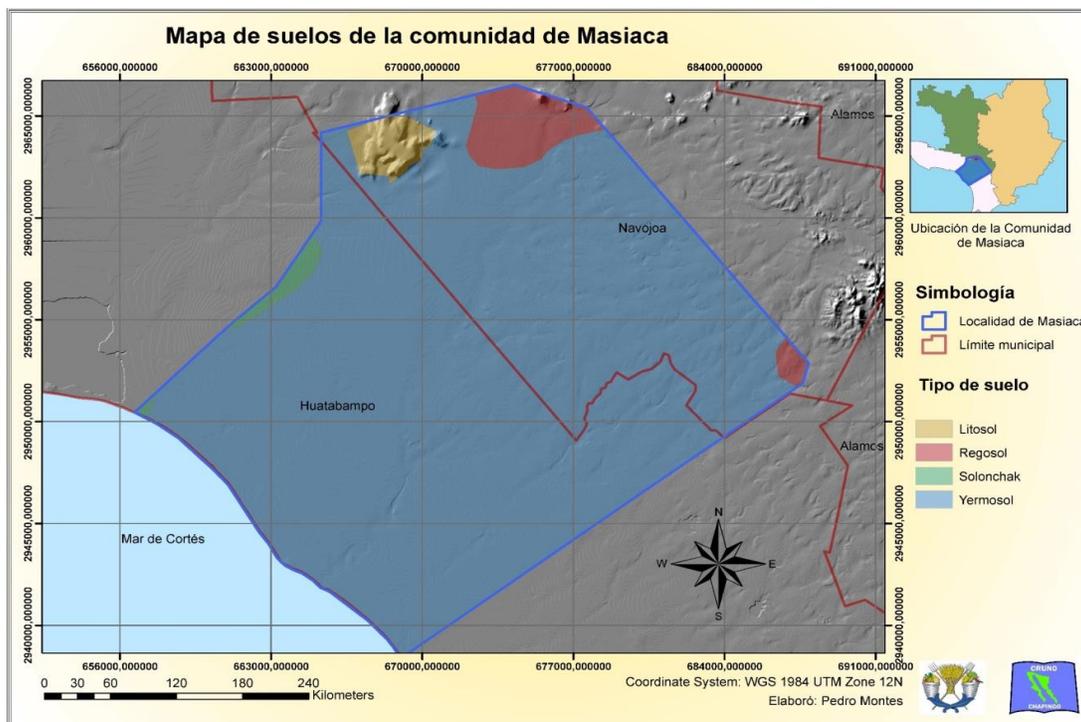


Figura 2.- Tipo de suelos localizados en la Comunidad de Masiaca, Sonora.

De la superficie arriba citada, aproximadamente 38,000 ha corresponden a matorral, que son comunidades vegetales por lo general arbustivas, aunque también existen especies arbóreas. Se observa el matorral crasicuale, que es un tipo de vegetación dominada fisonómicamente por cactáceas grandes, con tallos aplanados o cilíndricos. Algunas de las especies más comunes son: *Opuntia spp*, *Carnegiea gigantea*, *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus thurberi*. Se incluyen las asociaciones conocidas como Nopaleras, Choyales, Cardonales y Tetecheras.

Asimismo, se encuentra el matorral sarco-crasicuale, caracterizado por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos, retorcidos y algunos con corteza papirácea. Se encuentran sobre terrenos rocosos y suelos someros. Esta comunidad de Matorral Sarcocuale en Sonora lo conforman especies como: *Cercidium microphyllum*, *Opuntia spp*, y *Carnegiea gigantea*. Además de especies del género *Acacia*, *Prosopis*, *Larrea*, *Celtis*, *Encelia*, *Olneya*, *Ferocactus* y muchos otros, al igual que numerosas plantas herbáceas perennes, incluyendo helechos y *Selaginella*.

Otro de los tipos vegetacionales ahí localizados es la halófito, constituida principalmente por comunidades vegetales arbustivas o herbáceas, caracterizadas por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales y en consecuencia de escasa cobertura, ubicada entre los 0 y 50 msnm. Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex spp*), romerito (*Suaeda spp*), vidrillo (*Batis maritima*), hierba reuma (*Frankenia spp*), alfombrilla (*Abronia maritima*) y lavanda (*Limonium spp*). Otras especies capaces de soportar estas

condiciones son verdolaga (*Sesuvium spp*), zacate tobozo (*Hilaria spp*), zacate (*Eragrostis obtusiflora*), entre varias más.

Existen áreas de mezquital, que es una comunidad vegetal arbustiva o arbórea dominada por especies de *Prosopis spp*, se desarrolla en suelos poco profundos y de aluvión, es común encontrar esta comunidad mezclada con otras especies como huizache (*Acacia spp*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium spp*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*). Es de gran importancia en zonas áridas debido a los diversos usos de alimento para ganado y su uso como madera. Por último se determinaron 37 ha de vegetación de dunas costeras, caracterizada por tener plantas pequeñas y suculentas, algunas de la especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenil*), riñonina (*Ipomoea pescaprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton sp*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etc. Se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceta (*Randia sp*), espino blanco (*Acacia sp*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichis spicata*) y zacate (*Sporobolus sp*).

Tenencia de la tierra

La Comunidad de Masiaca fue reconocida como tal en 1904, cuya superficie dotada es de 46,480 hectáreas y 18 kilómetros de playa; con lo que se benefició a 961 comuneros. (Carpeta Básica de la Comunidad 1054).

Fue en 1954, cuando se deslindó los terrenos para cada congregación; en ese mismo deslinde se respetaron las propiedades privadas que existían con anterioridad cuya superficie corresponde a 3,077 hectáreas. Cabe precisar que en estos casos son los propietarios privados quienes poseen mayor superficie, ya que hay productores hasta con 80 hectáreas bajo manejo agrícola, en tanto que los terrenos trabajados por los comuneros varían de 1.5 a 10 hectáreas.

Antecedentes sobre el uso del agua en la región

En el sureste de Sonora como en casi todo el estado, la tierra es improductiva si no le acompañan costosas obras de riego. Aparte de las concesiones federales o estatales. En Sonora, los municipios controlaban directamente las aguas de sus jurisdicciones; la disputa por esas prerrogativas había sido mucho tiempo la palanca del litigio político municipal. A finales del siglo XIX el gobernador de ese tiempo: Sr. Ramón Corral (1891), reconocía que *las elecciones de los ayuntamientos son siempre agitadas en los pueblos pequeños que dependen de la agricultura, puesto que los ayuntamientos tienen a su cargo la administración de las aguas de la comunidad...lo cual los pone en actitud de influir muy poderosamente y de manera directa en el bienestar de sus propias localidades...En la vida constantemente tranquila de nuestra población civil, las cuestiones que surgen con motivo de la distribución de las aguas de regadío, son las únicas que suelen conmover a los vecinos. Estas cuestiones brotan a menudo, principalmente en los meses de abril a junio, en que las aguas disminuyen.*

En esta medida, el poder político era la llave que abría las compuertas del agua y del auge agrícola. Un historiador de esos tiempos, Stuart Voss, menciona que el acceso al agua era casi tan importante como la tierra misma; los grandes agricultores disponían de abogados para obtener derechos al uso del agua en los principales ríos que otorgaba el gobierno federal, así como las conexiones políticas para lograr una participación significativa en el control de los ayuntamientos (Aguilar, 1981).

Localización geográfica del arroyo Masiaca y la construcción de las bolsas

El arroyo Masiaca presenta una trayectoria Noreste-Suroeste referenciado con respecto a la comunidad del mismo nombre; dicho arroyo se desplaza por una zona cuya fisiografía es de lomeríos suaves y áreas con terrenos que presentan cierto potencial agrícola, los que son localizados aguas abajo del arroyo e incorporados a la actividad si la topografía así lo permite. En la *Figura 3* se muestra la trayectoria del arroyo Masiaca y sus afluentes.

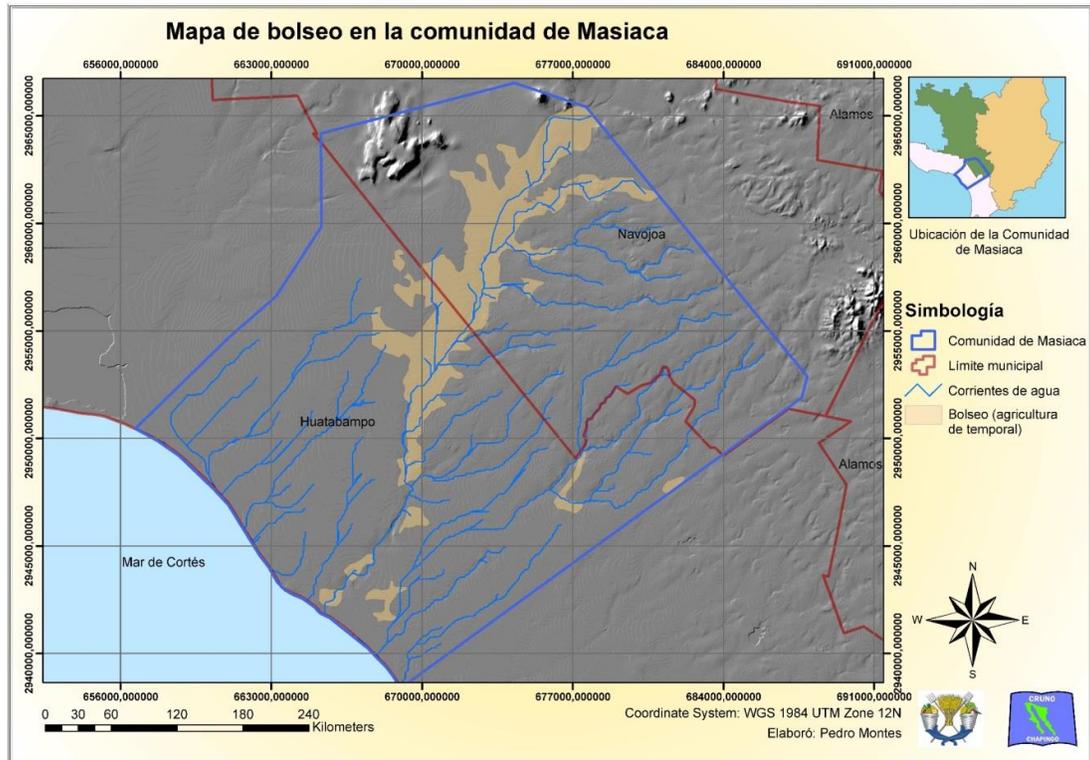


Figura 3.- Mapa con la localización del arroyo Masiaca y sus afluentes.

Para decidir si el terreno es apto de ser incorporado a la agricultura bajo la técnica de bolseo, el agricultor toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- Ubicación del predio.* En primer lugar el terreno debe estar cercano al arroyo y presentar condiciones topográficas adecuadas que permitan la construcción de canales de llamada, además de las bolsas para el almacenamiento del agua.
- Recorrido por el predio.* Conocer el área de interés es importante, sobre todo para observar el desnivel del terreno, ya que a mayor pendiente se requiere de más inversión y trabajo, por el número y construcción de bordos necesarios para el manejo adecuado del agua en el momento en que se registran las avenidas; otra consideración es el color del terreno, ya que entre más claro esté menos propicio será para fines agrícolas, porque seguramente el contenido de materia orgánica es bajo. La siguiente consideración es el tipo de vegetación existente, el tamaño o porte, la diversidad y densidad de la misma, así como la presencia de especies indicadoras de humedad durante un tiempo considerable. Otra consideración consiste en observar el desnivel del terreno, para ver la posibilidad de

incorporar el área de interés a la producción agrícola bajo esta técnica. Parte de estas características se muestran en la *Figura 4*.



Figura 4.- Características físicas de los terrenos con potencial agrícola.

- c. *Presencia de fauna.* Tomar en cuenta la existencia de fauna silvestre es un factor relevante, ello en función de que se cree que a mayor cantidad de animales herbívoros implica más disponibilidad de forraje y en consecuencia mejor calidad del terreno, en esta consideración se contempla el avistamiento del venado, liebres, conejos, etc.
- d. *Terreno "acordonado".* En este caso se refiere a predios que presentan una topografía irregular o accidentada, como son lomas y cárcavas, los cuales no son propicios para el uso agrícola, ya que por un lado dificultan el manejo del agua al momento de la inundación y por el otro, al rebajar las lomas o rellenar las zanjas en esas áreas queda pobre el suelo.

Preparación del terreno

- a. Una vez localizado el terreno, se inicia el desmonte del área, tarea que normalmente se realiza a mano, debido a que resulta más económica por un lado y por el otro se hace mejor trabajo, ya que no basta con desmontar sino que además se deben sacar y eliminar los tocones para no dificultar la mecanización de las labores agrícolas inmediatas. Cuando la vegetación se encuentra totalmente seca ésta se junta y se quema.
- b. El siguiente paso consiste en el rastreo del terreno con el objetivo de poder disponer de suelo para conformar en el lugar más conveniente los bordos de 80 a 100 cm de altura. Los bordos se pueden levantar cada 100 pasos, aunque esto va a depender de la pendiente del terreno, ya que a mayor declive menor distancia entre bordos para no forzarlos al momento de la inundación.
- c. Posteriormente se barbecha el predio para que al momento de tener el agua producto de la avenida del arroyo, se facilite la percolación de la misma a través del horizonte, propiciándose así la retención de humedad, lo que generará las condiciones para establecer las siembras de los cultivos de interés.
- d. Construcción o reparación de canales (alistar canales). Esta tarea consiste en construir o limpiar los canales principales y secundarios que van directo a la parcela, para que al momento de presentarse las avenidas el agua se conduzca con cierta facilidad hasta las parcelas de interés.

Cuando se presenta la primera avenida en el arroyo todas las compuertas se mantienen abiertas para facilitar la conducción del agua, ya que trae mucha basura (ramas, alambradas, árboles, tocones) que dificultan el manejo al interior de los canales primarios y secundarios.

- e. Una vez embolsada el agua, se deja el tiempo suficiente para que se infiltre (consuma) en el terreno y conforme va dando punto éste, se procede a sembrar. La espera puede durar desde 15 días hasta tres meses, ya que se siembra en noviembre-diciembre. Las aguas que representan mayor esperanza de captura en los bolseos son las del mes de Octubre, al registrarse en este mes la presencia de huracanes y con ello el arroyo capta mayores volúmenes.



Figura 5.- Terreno con las bolsas listas para el almacenamiento del agua.

El manejo del agua en parcela presenta dos variantes detectadas; una de ellas consiste en que el productor mantenga el agua en el terreno durante dos días y después le abre una compuerta en la parte más baja del terrenos para desaguar y lograr mayor uniformidad al momento en que de punto el suelo; claro está, ello depende del conocimiento que tiene el productor de su terreno; es decir, si juzga conveniente el desagüe en función de la capacidad de retención de humedad que presente dicho predio; ya que esto le permitirá con cierta seguridad llegar con esa humedad residual hasta la cosecha del cultivo que establezca.

La otra variante es que se deje el tiempo necesario para la infiltración total del agua en el terreno y cuando de punto, se proceda a la siembra del cultivo de interés.

Respecto a los volúmenes de agua que se pueden almacenar no existe una precisión en metros cúbicos, ya que éste varía dependiendo del tamaño de la tina, lo cual obedece tanto a la pendiente del terreno como a la textura del suelo, aunque se puede estimar de acuerdo con la altura del bordo y la superficie del terreno preparado. Por otro lado, durante los recorridos de campo se pudo corroborar que más que consideraciones técnicas para la construcción de las bolsas tiene que ver en todo esto la experiencia y conocimiento que tiene el productor de sus terrenos.

- f. Cultivos. Los cultivos que se establecen varían en función del interés del agricultor, aunque existe preferencia por los cultivos comerciales como el garbanzo y el sorgo, en ambos

casos además de vender el grano se aprovecha el forraje por el ganado que se posee. La densidad de siembra y el rendimiento registrado en los cultivos ahí establecidos se presentan en el *Cuadro 2*.

Cuadro 2.- Densidades de siembra y rendimiento por cultivo (datos de productores entrevistados)

Cultivo	Densidad de siembra	Rendimiento Rangos
Maíz	12-13- kg/ha	3-5- tons/ha
Garbanzo	60-70 kg/ha	1.5-2-5- tons/ha
Cártamo	5-6- kg/ha	0.500-0.700 tons/ha
Frijol	80-85 kg/ha	1 ton/ha
Trigo	150 kg/ha	3-6 tons/ha

Las fechas de siembra son diferenciadas, lo cual depende del cultivo y del momento en que de punto el terreno; así, las fechas por cultivo que se han practicado por los productores locales son las que se presentan en el *Cuadro 3*.

Cuadro 3.- Fechas de siembra de los principales cultivos

Cultivo	Fecha de siembra
Cártamo	Enero
Maíz	Julio-septiembre
Calabaza	Julio-agosto-noviembre
Frijol	Septiembre/enero
Ajonjolí	Agosto-diciembre
Sandía	Noviembre 20 en adelante
Garbanzo	Noviembre 20

Las enfermedades que más dañan a los cultivos son: la cenicilla en cártamo y roya de la hoja en garbanzo, los demás cultivos se presentan daños por pulgón o chapulín pero no son de consideración.

Características físicas y químicas de los suelos del área de estudio

Para conocer el tipo de suelos en los que se lleva a cabo la construcción de las bolsas, se tomaron cuatro muestras en función de la pendiente que presenta el arroyo en su trayectoria dentro de la zona, los puntos de muestreo se iniciaron en la parte alta. El primero de ellos fue en un sitio conocido como Estación Masiaca, después en Huebampo, le siguieron el Coteco y finalmente Las Bocas, este sitio es de los últimos lugares donde se han construido bolsas con fines agrícolas. Así, con el análisis fisicoquímico de las muestras los resultados obtenidos son los siguientes:

El contenido de la materia orgánica en general es bajo en todos los casos, cuyos valores varían de 1.03 a 1.51%; esto era de esperarse, ya que el área de estudio se localiza dentro de una zona semiárida, con una vegetación de matorral micrófilo caducifolio en su mayor parte, la presencia de

pastos naturales e inducidos que aportan poca materia orgánica, así como una lenta descomposición de la misma.

Respecto al contenido de nitrógeno por lo mismo también es bajo, ya que en tres de las cuatro muestras sus valores son menores a los 90 kg/ha, cantidad que representa el mínimo necesario para obtener un rendimiento mínimo de tres toneladas en maíz, ya que técnicamente se estiman requerimientos de aproximadamente 27 kg de nitrógeno nítrico por tonelada de rendimiento, esto sin considerar la pérdida por lixiviación que se tiene al infiltrarse el agua embolsada. Otra característica en este parámetro es que sus valores presentan una tendencia a incrementarse a medida que se avanza hacia el área más plana, lo cual puede tener relación quizá con el remanso del agua o bien con una mayor cobertura vegetal de los terrenos abiertos al cultivo.



Figura 6.- Terreno abierto al cultivo en el cercano al Coteco.

Para el caso del fósforo, los valores registrados muestran una situación similar en cuanto al contenido, ya que aumenta de la parte alta a la baja, en este caso los valores obtenidos denotan suficiencia en dicho macro elemento y solo en el primer sitio su valor es medianamente bajo con los 32 kg/ha, en tanto que los tres restantes se consideran como cantidades suficientes para lograr los rendimientos esperados, ya que el contenido es superior a los 120 kg/ha, sin considerar desde luego las condiciones azarosas del temporal.

En el caso del potasio los valores observados presentan altibajos, predominan los terrenos con valores altos y uno con valor medio. En tanto que los carbonatos registrados por muestra presentan valores más constantes en tres de los cuatro casos. El sodio también presenta datos variables, ya que van desde muy bajo a alto.

El pH, contrariamente a lo que se pudiera esperar éste disminuye de la parte alta hacia la baja, aunque en general varía de medianamente ácido a medianamente alcalino.

En el caso de la textura existe una tendencia de menor a mayor tamaño de partícula, ya que varía de un migajón arcillo-arenoso a un arenoso-franco, los valores de cada uno de los parámetros aquí descritos se presentan en el *Cuadro 4*.

Cuadro 4.- Características físicas y químicas de los suelos muestreados en Masiaca

Parámetro	Estación Masiaca	Huebampo	Coteco	Las Bocas
Nitrógeno nítrico kg/ha	37	57	84	150
Fósforo kg/ha	32	138	126	189
Potasio meq/100 gr	1.06	2.77	0.45	1.78
Materia orgánica %	1.37	1.51	1.03	1.03
Carbonatos %	3.4	2.7	3.5	3.5
pH Ca Cl2	7.39	7.36	7.37	6.23
Sodio meq/100 gr	0.30	0.12	0.26	0.19
Clasificación	Migajón arcillo arenoso	Arcilloso	Franco	Arenoso-franco

El sistema normativo y los derechos del agua

Aquí se consideran como puntos importantes *la operación de la fuente*, refiriéndose en este caso al arroyo Masiaca, al respecto se menciona que este aspecto es prácticamente nulo; es decir, no existen trabajos comunitarios orientados a darle mantenimiento al mismo, por la inversión que ello implicaría además de que los comuneros no están en posibilidades de invertir en trabajos orientados a este fin, dadas sus precarias condiciones económicas. Como cada quien deriva el agua del arroyo donde lo juzga conveniente, cada usuario es responsable del manejo del agua a partir de la construcción de los canales derivadores, los que se establecen en ambos márgenes del arroyo, lógicamente el curso de los canales derivadores se hace pendiente abajo de los predios para inundarlos por gravedad. También se encontró que, para la construcción o rehabilitación de los canales se han conformado grupos para esta tarea; sin embargo lo común es que en forma individual cada usuario limpia y acondiciona sus canales de riego y el área de labor de acuerdo con su situación económica y posibilidades de trabajo.

La distribución del agua entre sectores y usuarios; en la comunidad el único requisito que se toma en cuenta es que cada grupo se organice para canalizar y aprovechar en su momento las avenidas del arroyo, ya que al tenerse éstas se deben aprovechar al máximo y de inmediato, debido a que las avenidas pueden ser momentáneas y voluminosas, ello en función de las lluvias que se tengan en el ciclo, las que en ocasiones se presentan en forma torrencial y restringidas en tiempo.

Los conflictos en el uso y manejo del agua no se percibieron, ya que a decir de los mismos productores “habiendo agua alcanza para todos y no se dan abasto para controlarla”; por ello, todo aquel que quiera aprovecharla debe prevenirse solo o en grupo para construir las obras necesarias que le posibiliten tal objetivo.

La gestión económica del sistema (las tarifas). De acuerdo con la revisión bibliográfica este tema es relevante al considerarse los derechos del agua, al igual que las obligaciones; de forma complementaria se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: el agua en cantidad y frecuencia, participar en la votación en las asambleas, participar en las decisiones colectivas, participar en las reuniones, tomar decisiones con respecto al manejo del agua. Asimismo, se tomó en cuenta las obligaciones que se contraen para el mantenimiento de la red, al pago de cuotas, el respeto a las reglas de distribución, el pago de multas o sanciones en caso de no respetar las reglas establecidas. Cabe aclarar que estas consideraciones se hicieron bajo una concepción de sistema; empero las formas organizativas encontradas son simples y prácticas, las reglas de operación y aprovechamiento no existen y menos las tarifas, tampoco se percibió un interés entre los

productores en contar con todo esto, ya que como ellos dicen “habiendo agua alcanza para todos”.

Organización de productores

Abordar este punto se consideró importante por lo que pudiera representar su participación en la gestión del agua; sin embargo, la organización que presenta la Comunidad de Masiaca es aquella que responde a la representatividad ante autoridades agrarias por su dotación comunal; aunque también cuenta con una autoridad civil. Así, con el objetivo de representar al núcleo de población comunal, al igual que el administrar los bienes de la comunidad en los términos que dictamine la asamblea, se cuenta con un Presidente de bienes comunales, un Secretario y un Tesorero; asimismo se tiene al Consejo de vigilancia representado por un Presidente, un Secretario y un Tesorero también.

Otra figura relevante en el funcionamiento social de la comunidad es el comisario de policía, cuya función se centra en la gestión de beneficios para la comunidad, el cargo está sujeto a elección popular y secreto por las congregaciones implicadas.

Por otro lado, también se cuenta con la participación del Comité de Vecinos tiene la tarea de allegarse de fondos para las gestiones necesarias en cada comunidad.

Asimismo, el Comité de salud es el responsable de mantener en buen estado el Centro de Salud y hacer las mejoras necesarias al inmueble.

Finalmente se tiene al Juez local, quien se encarga de atender los asuntos o problemas internos.

Problemática observada

Por las condiciones semiáridas que prevalece en el área de estudio los indígenas mayos y productores privados, desarrollaron la técnica de bolseo la cual resulta tener sus bondades en el establecimiento de cultivos básicos y comerciales, dicha técnica se encuentra en una situación crítica, debido a varios factores entre los que destacan:

- a. *La escasez de lluvia.* Durante los últimos nueve años se han tenido lluvias por debajo de las precipitaciones que se habían registrado históricamente, lo cual se traduce en un riesgo mayor para el productor, ya que si bien se adelanta a la preparación del suelo es probable que ni siquiera alcance a sembrar debido a la falta de agua, como sucedió en los ciclo 1997-2003 y 2005.
- b. *El abandono de los terrenos de cultivo.* Ante la falta de disponibilidad de agua y la imposibilidad de sembrar los predios ya preparados, la gente se ve en la imperiosa necesidad de salir a ofertar su fuerza de trabajo a las áreas agrícolas de riego que se encuentran a unos 35 km, donde se contratan como jornaleros agrícolas, como empleados en granjas porcícolas, o bien como trabajadores de servicios urbanos en las ciudades más cercanas.
- c. *Falta de rentabilidad de la agricultura.* Si bien es cierto que aún cuando la producción de cultivos básicos y forrajeros puede resultar adecuada, al haber agua disponible para la inundación inicial de los terrenos y el establecimiento de dichos cultivos, los que después con una lluvia que les caiga alcanzan a producir; no obstante lo anterior, la utilidad que

pueden obtener de sus cosechas los productores es muy raquítica, dadas las superficies que se explotan por productor y los precios de los granos que se tienen en el mercado regional, los que a su vez están sujetos a los del mercado internacional.

- d. *Erosión del conocimiento.* Producto de los dos incisos anteriores se observa que los jóvenes ya no les interesa arriesgar su esfuerzo al trabajo azaroso en la agricultura bajo estas condiciones, por ello prefiere su contratación en otros trabajos donde pueda recibir un pago seguro por sus servicios. Esto representa un problema mayúsculo, ya que ante el desinterés de los jóvenes por incorporarse a la actividad y seguir conservando el conocimiento que por centurias se ha generado por sus antecesores, éste corre el riesgo de perderse en unas cuantas generaciones.
- e. *Falta de apoyos institucionales.* En el área de estudio no solo ha faltado el agua para llevar acabo la producción agrícola, sino también el apoyo institucional referido a la investigación agrícola que no existe para tales condiciones; a los apoyos de PROCAMPO que no llegan porque no demuestran tener cultivos en pie, aun cuando se haya sembrado y que por falta de humedad no fue posible la germinación de la semilla; apoyos financieros o crediticios para la preparación de los canales que permitan tenerlo arreglados oportunamente; falta de asesoría y capacitación sobre procesos organizativos; etc.

CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se ha podido arribar con la realización del trabajo son las enunciadas a continuación:

El desarrollo de la técnica de bolseo es de suma utilidad en la producción de cultivos básicos, comerciales y forrajeros, bajo las condiciones climáticas descritas, empero no es funcional ante la ausencia de lluvias.

Los niveles de organización presentados por los productores de Masiaca respecto a la administración y usufructo del aguan, resultan ser sencillos y operativos, ya que cada productor en lo individual o en grupos de trabajo se organizan para desarrollar la infraestructura de conducción del agua a las parcelas de cada quien.

Desde el punto de vista productivo los rendimientos se consideran bastante adecuados, dadas las condiciones climáticas que prevalecen; sin embargo, las utilidades que el productor puede obtener después de seis meses de espera son sumamente escasas y de alto riesgo.

Aun cuando los suelos muestran cantidades bajas en el contenido de materia orgánica, el color claro, la textura ligera y el microrrelieve accidentado de los terrenos, entre otras consideraciones relevantes, éstos teniendo la humedad suficiente pueden rendir en cualquiera de los cultivos que se establezcan, quizá debido a que las aguas “brincas” de las avenidas traen la suficiente materia orgánica para favorecer los cultivos ahí establecidos.

LITERATURA CITADA

Apollin, F. y Eberhart, C. (1998). Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesino. Quito, Ecuador.

- Aguilar, C. H. (1981). *La Frontera nómada*. Edit. Siglo XXI. 3ª. Edic. México. D.F.
- Anónimo. (1993). *Obras hidráulicas en la América Colonial*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y Urbanismo. México, D.F.
- CONAGUA. (2009). SEMARNAT, ed. *Semblanza Histórica del Agua en México*. pp. 9–26. Disponible en: www.conagua.gob.mx
- Duarte, R. *et al.* (19889). Marco de referencia y diagnóstico agropecuario y forestal de la región de temporal del sur de Sonora. Navojoa Sonora.
- González, R. C. A. (2011). Centro del Agua para América Latina y el Caribe, ed. *Trabajos de Abastecimiento de agua en la antigua ciudad de México, el origen de una civilización majestuosa*.
- Hernández, R. (2003). Patricia Ávila García, ed. *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI: México desde una perspectiva global y regional*. El Colegio de Michoacán. pp. 135–140.
- INEGI. (2004). *Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología SERIE I*, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI. (2004). *Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de suelo y vegetación SERIE III*, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI. (2005). *Datos vectoriales edafológicos escala 1:250000 serie I*, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Aguascalientes, México.
- INEGI. (2014). *Datos vectoriales de Uso de suelo y vegetación escala 1:25000 serie III*, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Aguascalientes. México.
- Martínez, S. T. (2007). *El uso del riego ancestral en la agricultura contemporánea, el caso de los sistemas de riego en el árido mexicano*. Red Iberoamericana de riegos.
- Palerm, Á. (1970). Carmen Viqueira, ed. *México prehispánico. Evolución ecológica del valle de México*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. pp. 58–197.
- Palerm, V. J. (2004). *Las galerías filtrantes o qanats en México: Introducción y tipología de técnicas*. pp. 133–145.
- SARH. (1984). *Estadísticas de producción del Distrito de temporal II Álamos*. Navojoa, Sonora.
- Zapata, P. R. L. (1982). *Los chultunes. Sistemas de captación y almacenamiento de agua pluvial*. INAH.
- (1) Disponible en: <http://www.culturasprehispanicas.com/2011/11/sistemas-agricolas-mesoamericanos.html>