

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

Aníbal Quispe Limaylla ¹

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,² 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

¹ 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

² 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,³ 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.⁴ 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.⁵ 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.⁶ 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

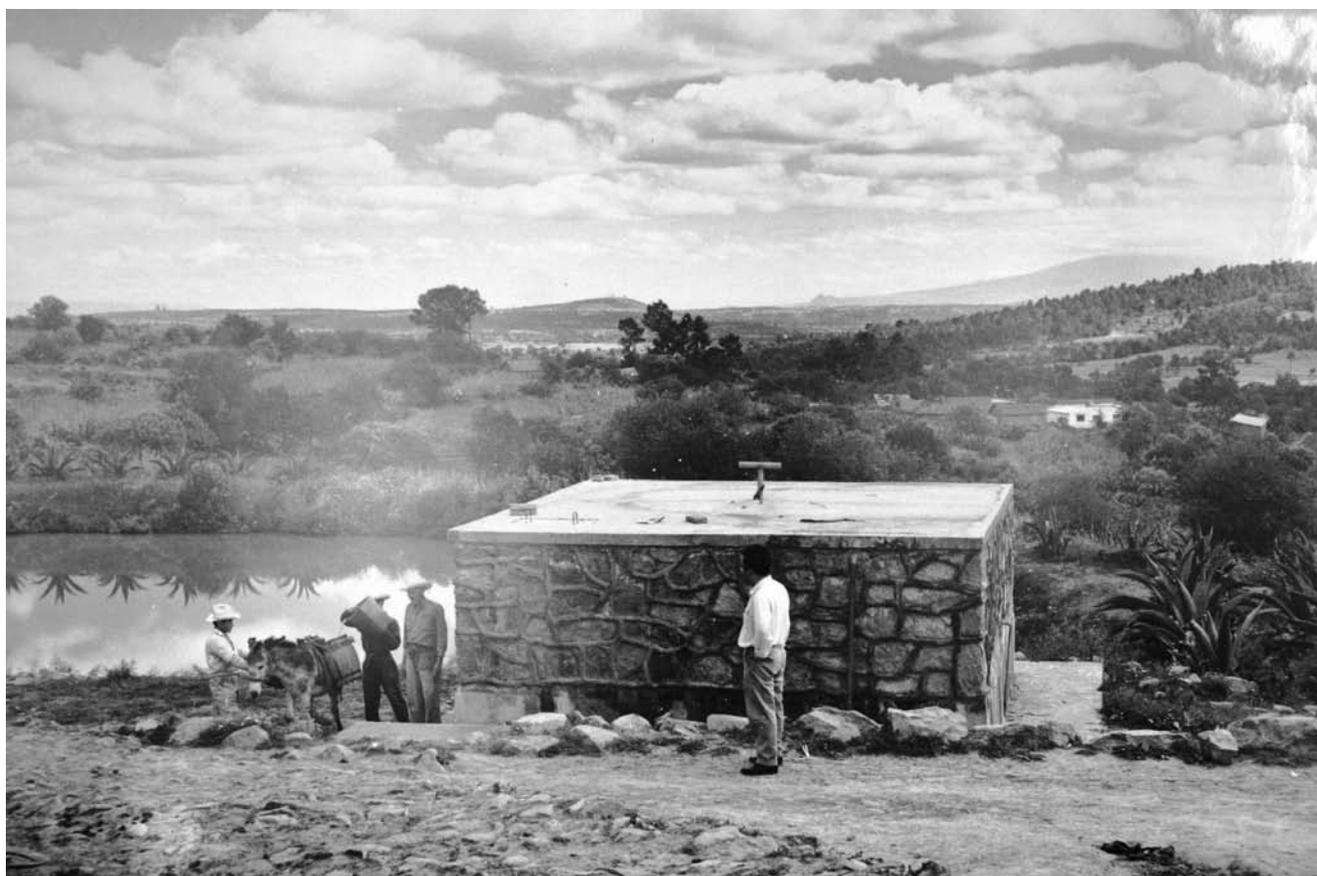
Por la falta de agua, especialmente en la época de secas, en las áreas rurales, las familias están limitadas para cultivar y para tener animales y, en el peor de los casos, hasta para cubrir las necesidades básicas de vida de las familias.⁷ La misma fuente señala que en áreas con regular precipitación

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.⁸ 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 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



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 externos⁹ 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 recientes¹⁰ 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.¹¹ 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.¹²

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.¹³

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.¹⁴ 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,¹⁵ 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 Atlhuetzia 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 Atlhuetzia 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 ²	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)
Consumo de las personas (5)	
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
Plantas incluyendo las hortalizas invernadero	
Hortalizas (220)	330
Otro tipo de plantas (20)	10
Sub-total	340
TOTAL REQUERIDO	530

*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:¹⁶

- **PPprom x Área x Factor = Agua colectada**, donde:
PPprom = Precipitación pluvial promedio anual en milímetros
Área = Superficie del techo o azotea en m², 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 m²
Factor = 0.9
 $850 \times 80 \times 0.9 = 61,200$ litros

Con la aplicación de la fórmula se obtuvo un valor de 61 200, lo que indica que de una superficie de 80 m² 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-

¹⁶ 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.