

CAPTACIÓN DE ESCURRIMIENTO PLUVIAL PARA USO AGROPECUARIO Y ACUÍCOLA EN ÁREAS DE TEMPORAL: Un caso de éxito

RAIN RUNOFF CATCHMENT FOR AGRICULTURAL, LIVESTOCK AND AQUACULTURE USE IN RAINFED AREAS: A successful case

Olguín-Palacios, C.^{1*}; Domínguez-Lagunes, I.¹; Domínguez-Lagunes, M.¹

¹Colegio de Postgraduados *Campus Veracruz*. Km 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz. Predio Tepetates. Mpio. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.

***Autor Responsable:** olguin@colpos.mx

RESUMEN

En el centro del estado de Veracruz, México, la marcada estacionalidad de las lluvias determina que de los 900 mm anuales, el 95% ocurra entre junio-septiembre, y 5% de octubre-mayo. Diferentes diagnósticos regionales indican que de los problemas que más le interesa resolver a la población rural son contar con agua para autoconsumo y para el ganado, además de mejorar la producción de maíz y frijol. Bajo la hipótesis de que es posible consolidar proyectos piloto, donde técnicos, productores y autoridades participen coordinadamente para generar innovación para problemas locales, se planteó generar evidencias de acciones no asistencialistas de construcción masiva de pequeños vasos receptores de las corrientes intermitentes de lluvia, con el fin de no afectar obras hidráulicas de almacenamiento o derivadoras existentes con el fin de revertir el desabasto de riego utilizando tecnologías limpias no contaminantes. A través de la investigación-acción y enfoque participativo, se consolidaron grupos de productores para el manejo sustentable del suelo y agua, rehabilitado una represa, así como, diseñado y operado una obra de toma flotante (sifón tecnificado). Los productores aprendieron a determinar el momento y tiempo de riego por goteo con tensiómetros, así como, a mantener las presiones adecuadas para la operación correcta del sistema. En el 2012 se ferti-irrigaron 1.5 ha (tres ciclos por año) con un rendimiento equivalente de 5 ton ha⁻¹ por ciclo y una parcela con frijol en 0.4 ha que produjo un equivalente a 1.8 ton ha⁻¹, con relación beneficio costo de 3:1. Durante cada año vendieron el maíz tanto en elote como en grano. En 2012-2013 la misma parcela de frijol rindió 2.4 ton ha⁻¹ y en 2014, una parcela de 540 m² produjo el equivalente a 3.3 ton ha⁻¹. Desde el 2013 se imparte capacitación en el sistema intensivo de producción de hidroponía orgánica con sub-riego automático, sin el uso de bombas o contadores de tiempo (timers). Adicionalmente se sembraron 4000 mojarra tilapia en la represa, y actualmente están en operación 3 ha y 4 bebederos automáticos para el ganado.

Palabras clave: Agua, temporal, Veracruz central, fertiriego.

ABSTRACT

In the center of the state of Veracruz, México, the marked seasonality of rainfall determines that out of the 900 mm annually, 95 % takes place between June-September, and 5 % in October-May. Different regional diagnoses indicate that having water for auto-consumption and livestock, in addition to improving maize and bean production, are among the problems that the rural population is most interested in solving. With the hypothesis that it is possible to consolidate pilot projects, where technicians, producers and authorities can participate in coordination to generate innovation for local problem-solution, it was suggested to generate evidences of non-assistencialism actions for the massive construction of small receiving vessels for intermittent rain currents, with the goal of not affecting hydraulic storage or diverting works present and with the aim of reverting the lack of irrigation supply by using clean, non-contaminant, technologies. Through research-action and the participative approach, groups of producers were consolidated for the sustainable management of soil and water, rehabilitating a dam, and also designing and operating works for a floating outlet (mechanized siphon). The producers learned how to determine the moment and time for drip irrigation with tensiometers, as well as maintain the adequate pressures for the correct operation of the system. In 2012, 1.5 ha (three cycles per year) were fertigated with a yield of 5 ton ha⁻¹ per cycle and a bean plot in 0.4 ha that produced 1.8 ton ha⁻¹, with benefit-cost relation of 3:1. During each year maize was sold both on the cob and in grain. In 2012-2013, the same bean plot yielded 2.4 ton ha⁻¹ and in 2014, a 540 m² plot produced 3.3 ton ha⁻¹. Since 2013, training is offered in the intensive production system of organic hydroponics with automatic sub-irrigation, without the use of pumps or timers. Additionally, 4000 tilapia were bred in the dam and currently 3 ha and 4 drinking troughs are in operation for the livestock.

Keywords: water, rainfed, central Veracruz, fertigation.



INTRODUCCIÓN

La presión actual sobre los recursos hídricos conlleva muchos problemas, pero también impulsa a buscar oportunidades y cambios de estrategia. En este trabajo, se muestran evidencias de la captación de agua de lluvia específicamente en el territorio denominado: **colinas del oeste, sub región fisiográfica de la Región de Sotavento, Veracruz Centro**. En ella existe la problemática de sequía y siniestralidad recurrentes ocasionada por causas naturales, tales como, condiciones edafoclimáticas y también antropogénicas. Existen en esos territorios pocos sitios donde hacer más proyectos de captación de escurrimientos en grandes vasos, o derivación desde ríos para continuar regando por gravedad (riego rodado no presurizado). La perforación de pozos profundos, es costosa e intensifica el balance deficitario de la recarga de los acuíferos. La tala inmoderada de los bosques (ligada a lo anterior) y otros factores han provocado en general mayor deterioro de los recursos naturales, tales como, vegetación, agua, suelo y fauna. Los rendimientos de los cultivos de temporal han disminuido y con todo ello se ha provocado emigración de la población joven hacia las grandes ciudades y el extranjero.

En el plano internacional, ya en 1997, con el auspicio del Banco Mundial, de la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN) y la participación de representantes de distintos gobiernos, el sector privado, instituciones financieras internacionales, organizaciones de la sociedad civil y personas afectadas, se constituyó la Comisión Mundial de Represas (2000), definiendo como un referente prioritario (entre otros) lo siguiente: *“Existen un número de opciones relativas al suministro de agua y energía que son adecuadas localmente y desde el punto de vista ambiental; viables económicamente y aceptables para el público, incluido el reciclaje, el almacenamiento del agua de la lluvia y la utilización de fuentes alternativas de energía”*

Resultaría entonces imposible, seguir únicamente observando que durante la temporada de lluvias millones de metros cúbicos de agua escurran por cauces intermitentes hacia el mar, dejando tras de sí erosión de los suelos con el consecuente azolvamiento de los cauces permanentes e inundaciones cada vez más frecuentes en las cuencas bajas. Tales volúmenes en su mayoría no son utilizados para revertir el proceso de desertificación de las cuencas o sub-cuencas medias o altas en gene-

ral, y en particular, para disminuir el déficit hídrico que en ciertos momentos presentan cultivos como el maíz (*Zea mays* L.) o aliviar las necesidades de agua y forrajes del ganado. En países de América Latina y del mundo se han tenido experiencias exitosas captando el agua de lluvia en pequeñas represas para satisfacer las necesidades hídricas de algunos cultivos pero involucrando intensamente a la población campesina que se beneficia de estas obras, por ejemplo; “Cosecha del agua y participación organizada de la comunidad en Culpé” en La República del Perú: (Rojas, 1999) o las acciones del Centro Internacional de Agricultura de Traspatio S. C., en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México (nefortiz@hotmail.com). Con base en lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos, bajo la premisa de **trabajo de investigación-acción-innovación**:

- a. Demostrar, a nivel piloto, que es posible captar en pequeños vasos parte de los escurrimientos pluviales y **presurizarlos utilizando sólo los desniveles topográficos del terreno**, incluyendo en esto la utilización de la bomba de ariete hidráulico que no requiere combustibles fósiles ni electricidad para su funcionamiento (Olguín, 1992).
- b. **Conducir el agua, de forma eficiente (tuberías o mangueras) hacia las zonas de cultivo y las de abrevadero y aplicarla también con eficiencia.**
- c. Disminuir o eliminar el efecto negativo de la sequía intra-estival que con frecuencia coincide con la fecundación y llenado de grano en maíz en las siembras de temporal y cultivar tres ciclos por año ferti-irrigando y aplicando mejoradores de suelo directamente en el área de raíces de las plantas.
- d. Cultivar algunas hortalizas de invierno y cubrir de forma automática las necesidades de agua y forrajes de pequeños hatos de ganado.
- e. Incrementar sensiblemente los rendimientos de frijol llevando a cabo por lo menos dos ciclos en el año.
 - Integrar sistemas agro-acuícolas reutilizando el agua captada, y desarrollar sistemas de riego ultra eficiente y sencillo en su manejo.

Todo lo anterior con el fin de contribuir de manera participativa a la solución de la problemática expuesta, no sólo de las cuencas medias y altas, sino también beneficiar a las poblaciones ciudadanas importantes de la planicie costera veracruzana que también, recurrentemente, sufren los desastres de las inundaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características generales de la microcuenca y equipos disponibles en la zona inicial de trabajo

Se tienen escurrimientos pluviales abundantes y de buena calidad, durante la época de lluvias: de junio a octubre la precipitación anual es de 900 mm. En este territorio se eligieron terrenos de cultivo situados en cotas inferiores a la del vaso de almacenamiento (por lo menos 5 m) en los que se pueden habilitar hasta unas nueve hectáreas. Hasta el momento se ha equipado totalmente para fertirriego 2.6 ha. Se tienen mangueras conductoras instaladas en campo, con lo que se alcanzaría a habilitar siete hectáreas en el mediano plazo. En cuanto a infraestructura, se cuenta con una represa construida hace más de 100 años, que puede almacenar 12,000 m³.

Se instaló un filtro en "Y" de baja presión con elemento filtrante de 100 mesh, y utilizando la ecuación de Darcy-Weissbach y las existencias de mercado, se calcularon los diámetros sucesivos de tramos de mangueras de conducción y distribución que minimizaran las pérdidas de carga por fricción, en los 1000 m de recorrido desde la represa hasta la zona de cultivo y se instalaron con el apoyo decidido de los productores.

Se continuó diseñando el sistema de riego, incorporando en una siguiente etapa un tubo venturi fertilizador y se adquirieron aparatos de medición de la humedad del suelo. En pasos sucesivos, se ha venido llevando a cabo una capacitación continua de los productores y técnicos de apoyo bajo un esquema de intercambio de saberes (Figura 1).

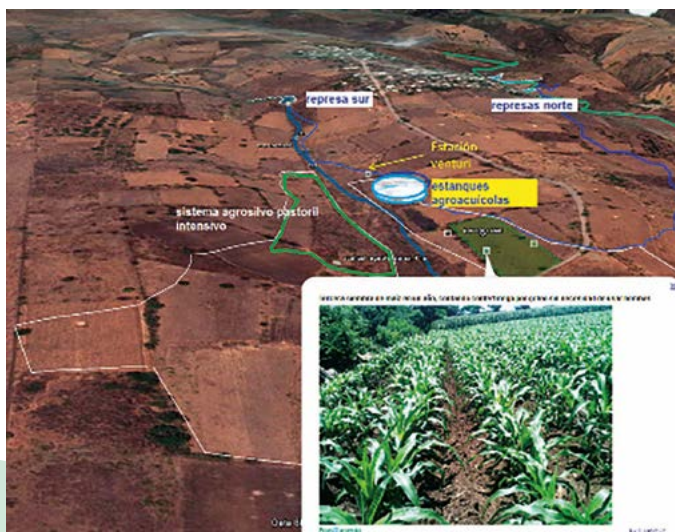


Figura 1. Fuente: Elaboración propia.

Lo que hemos avanzado productores y técnicos

Se habilitaron parcialmente 100 m al sur del poblado, una de las pequeñas represas con que cuenta la comunidad de Angostillo, Municipio de Paso de Ovejas (2010 y 2011). Actualmente capta 8 000 m³ con posibilidad de ampliarse a 12 000 m³, si se remueven la totalidad de azolves que al paso del tiempo se han acumulado. Para cuantificarlo se realizó el levantamiento topográfico de precisión con estación total. Se ha diseñado, construido y se opera una obra de toma que no afecta la cortina de la represa, considerada monumento de valor histórico construido en el siglo XIX. La obra consiste en un sifón de 3" de diámetro (poliducto) cuya entrada con dos válvulas "check" (3") o de flujo en una sola dirección **flota apoyado en cierta estructura**. Las entradas permanecen constantemente 0.3 m debajo de la superficie del agua sin importar que el tirante de la represa se vaya abatiendo o se eleve con nuevas lluvias. En el extremo aguas abajo del sifón se instaló una llave de paso, el filtro de malla (100 mesh) en "Y", y una válvula de liberación de aire (Figura 2).

Mediante levantamiento topográfico de precisión realizado con una estación total, se ubicó en campo la curva de nivel crítica que une a la represa con los terrenos de cultivo. Se denomina crítica a esta curva después de determinar que el desnivel entre ella y el de operación del sistema es el mínimo permisible para conducir y aplicar el agua con las mangueras de conducción, de distribución (poliducto de 3" de diámetro) y para abastecer las cintillas de riego por goteo seleccionadas, que tienen un gasto de 300 l h⁻¹ por 100 m, bajo una presión de trabajo recomendada por el fabricante de 0.56 kg cm⁻² (Figura 1 D)

La zona de riego distribuyó en el periodo 2011-2012 en su tramo final de 800 a 1,000 m desde la represa. En esa etapa se regó y fertilizó cerca de una hectárea. Para ello se instaló un tubo venturi en determinado punto de la línea conductora. Con la ecuación ya mencionada, se han calculado las longitudes de mangueras "flat pipe" de 6" y 4" de diámetro que minimizan los costos. Durante agosto de 2011 se regaron con el sistema 0.4 ha iniciándose los riegos cuando la parcela de maíz tenía seis semanas de haber germinado. El momento de riego y volumen se determinaron de forma semi-cuantitativa, utilizando las lecturas de un medidor específico y las recomendaciones generales del proveedor de las cintillas. En noviembre del 2011 se sembró con maíz el terreno nuevamente y se construyó una cama de 60x2 m para



Figura 2. A-C: Represa que recoge escurrimientos pluviales. B: Productores, Técnicos e Investigadores integrados en el proyecto. D: Aplicación de riego presurizado.

introducción de hortalizas de invierno micro-irrigadas. En el 2012 se ferti-irrigaron 1.5 ha (tres ciclos por año) con un rendimiento equivalente de 5 t ha^{-1} por ciclo y una parcela con frijol en 0.4 ha que produjo un rendimiento equivalente a 1.8 t ha^{-1} . La relación beneficio costo en el área utilizada fue de 3:1. Durante cada año los productores vendieron el maíz tanto en elote (fisiológicamente inmaduro) como en grano, según los precios del momento. En 2012-2013 la misma parcela de frijol rindió 2.4 t ha^{-1} y en 2014, una de 540 m^2 produjo el equivalente a 3.3 t ha^{-1} . Desde el 2013 se les ha estado capacitando en el sistema intensivo de producción de hidroponía orgánica con sub-riego automático, sin el uso de bombas o contadores de tiempo ni dosificación de soluciones nutritivas. Se sembraron 4000 mojarra tilapia en la represa. A la fecha están en operación tres hectáreas y cuatro bebederos automáticos para el ganado. En 2013 y 2014 han surgido problemas con un grupo de ejidatarios (4 de 80) que aun teniendo habilitada su parcela, no desean que el proyecto continúe. En ese tiempo la capacitación profundizó en temas completamente nuevos para los productores (relaciones agua-suelo-atmósfera) expuestos de manera comprensible usando un léxico sencillo; así, gradualmente se van haciendo cargo del sistema y aportando también sus conocimientos prácticos en mu-

chos aspectos. La capacitación e intercambio de saberes también ha incluido temas de comercialización o la naturaleza de plantas y animales que afectan positiva o negativamente al agro ecosistema en desarrollo (Figura 3).

CONCLUSIONES

El hecho de que los pocos productores con los que se inició el proyecto continúen participando, indica que su actitud tradicional hacia los apoyos gubernamentales está cambiando. Cultivar maíz y hortalizas en diciembre, con lluvias limitadas a cuatro meses en el año; y sin uso de gasolina o electricidad, es algo nuevo. Pasar de un rendimiento histórico de entre 0.5 t ha^{-1} anualmente a 15 t ha^{-1} es relevante. Quizá esto se compruebe con la formación de un nuevo grupo, y con el hecho de que los productores iniciales han capacitado a otros de comunidades vecinas, por ejemplo en el trazo uso del "Triángulo A" para trazar en el campo curvas de nivel y determinar pendientes. Las repercusiones económicas, sociales y ambientales del proyecto ampliado, lucen positivas y representan una forma de adaptarse a algunos de los efectos negativos del cambio climático. Cuando decenas de pequeños vasos como este operen en la región u otras similares, los agro-ecosistemas, la flora, la fauna, la recarga de acuíferos y la disminución de avenidas destructivas,



Figura 3. A: Trazo general de irrigación. B-D: Trazo de curvas a nivel con triángulo "A" para siembra de maíz. E: Siembra de frijol. F: Registro de datos en tensiómetros.

mostrarán un cambio positivo como el que se espera; y se estará en condiciones de tomar ventaja de los efectos de las lluvias torrenciales que llenen rápidamente las pequeñas represas, con lo que se podrá mejorar la calidad de vida de los pobladores del ámbito rural.

LITERATURA CITADA

- Anaya G.M. 2011. Captación del agua de lluvia; Solución caída del cielo.
- Cazorla A., De Los Ríos C.I., Salvo M. 2004. Trabajando con la gente. Modelos de Planificación para un Desarrollo Rural Local. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid, España. ISBN: 84-7401-186-8. Pp 287.
- Gallardo L.F., Martínez D.J.P., Olguín P.C., Álvarez A.M.C., Pérez H.P. 2004. El proyecto LEADER de la Comunidad Económica Europea en Veracruz Centro: Región del Danzón. 25 Aniversario del Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados. Avances de Investigación. M.F. Altamirano, Veracruz, México. (CD 12 pag).
- Olguín P.C. 1992. Proceso Investigación-Desarrollo aplicado al Manejo Integral de los Recursos Naturales de las Zonas Bajas Tropicales. Memoria de la V
- Olguín P.C. 2004. El ariete hidráulico, una alternativa para el aprovechamiento agropecuario y acuícola. Congreso Mundial de Energía Renovable. Guanajuato, México.
- Olguín P.C. 2006. El Ariete Hidráulico, Alternativa para el Aprovechamiento Agropecuario y Acuícola. Boletín Interacción. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. Agosto. Pag 4-5.
- Rojas-Melo T.M. 1999. Manejo Ecológico del Agua: Experiencia de la Comunidad de Cullpe en Agricultura Ecológica: Hablan los productores de sus experiencias exitosas: Resumen del IV encuentro nacional de productores ecológicos del Perú. Huánuco, Perú: ANPE, Agosto 11-13.
- World Commission on Dams. 2000. Represas un nuevo marco para la toma de decisiones. Informe de la Comisión Mundial de Represas: <http://www.unep.org/dams/WCD/>