

ENLAMADO Y ORGANIZACIÓN SOCIAL: LOS CRECIENTEROS DE TANGANCÍCUARO

Alluvium Deposits and Social Organization: the Crecienteros of Tangancicuaro

José Luis Pimentel-Equihua^{1‡}, Martha A. Velázquez-Machuca² y Jacinta Palerm-Viqueira¹

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio de caso en el valle de Tangancicuaro, Michoacán (México), referente a la práctica de enlamado de suelos para mejorar su productividad agrícola vía el aprovechamiento de aguas lodosas derivadas de crecientes. Se describe la práctica en sus aspectos técnicos y la organización social que ello exige. Mediante análisis físicos y químicos a las aguas y sedimentos depositados en las tierras agrícolas se aportan elementos para mostrar que la práctica modifica la textura e incrementa los contenidos de fósforo y la materia orgánica en los suelos en comparación con suelos no enlamados. El enlamado amplía la diversidad tecnológica para el mejoramiento y sustentabilidad de los suelos agrícolas.

Palabras clave: *enlamado, organización social, aguas broncas, mejoramiento de suelos.*

SUMMARY

This article discusses a case study from the Tangancicuaro Valley in Michoacan (Mexico) concerning a cultivation practice based on the use of alluvium deposits to enhance agricultural productivity by exploiting the material left behind by muddy, free-running waters. The organizational and technical aspects of this practice –called *enlamado* in Mexico– are described, as is the nature of the social organization it requires. Based on physical and chemical analyses of the waters and sediment deposited in agricultural fields, the essay shows that this technique changes the soil's texture and phosphorus and organic material content. This practice

broadens the technological diversity available for improving agricultural soils and their sustainability.

Index words: *alluvium deposits, social organization, free-running water, soil enhancement.*

INTRODUCCIÓN

En México, y otras partes del mundo, existen diversas técnicas tradicionales para transformar y mejorar la productividad y calidad de los suelos agrícolas utilizando aguas broncas. Por ejemplo el entarquinamiento en cajas de agua consiste en inundar las superficies agrícolas rodeadas por diques o bordos durante períodos de tiempo variables (8 a 60 días) y se utiliza principalmente para controlar plagas del suelo; asimismo se obtienen beneficios adicionales, como el mejoramiento de la fertilidad química (Velázquez *et al.*, 2004), modificación de la textura del suelo y formación de humedales temporales que favorecen la biodiversidad. El entarquinamiento en cajas de agua se utilizó ampliamente en la producción de trigo en la región del Bajío, algodón y trigo en la Comarca Lagunera¹, actualmente se utiliza en la producción de hortalizas en los valles de Zamora y Yurécuaro y lentejas en el valle de Coeneo-Huaniqueo, Michoacán (Eling y Sánchez, 2000; Sánchez-Rodríguez, 2001; Velázquez *et al.*, 2002). Otra técnica semejante, utilizada en la Mixteca oaxaqueña, pero presente en otras partes de México, son los llamados lama-bordos o jollas de agua, que consiste en represar arroyos de aguas broncas en barrancas para retener suelo y agua, utilizando esos espacios para cultivar maíz y otras especies vegetales (Rivas, 2009).

Prácticas de mejora de suelos mediante el uso de aguas lodosas, generalmente aquellas provenientes de las crecientes o avenidas, se describen como buenas prácticas en los libros de agronomía del siglo XIX, antes del consumo masivo de fertilizantes químicos, bajo nombres como colmatage y limonage (Barral, 1862, Sánchez-Rodríguez, 2001). Otra práctica semejante

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. 56230 Montecillo, estado de México.

[‡] Autor responsable (jequihua@colpos.mx)

² CIIDIR-IPN. Justo Sierra 28. 59510 Jiquilpan, Michoacán, México.

Recibido: octubre de 2010. Aceptado: enero de 2011.

Publicado en Terra Latinoamericana 29: 333-341.

¹ Chairez, A. C. 2005. El impacto de la regulación de los ríos en la recarga de los acuíferos: el caso del acuífero principal de la Comarca de la Laguna. Tesis de Doctorado, Estudios del Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

se reporta para el río San Miguel, en Sonora (México) en la cual se atrapan los limos derivados de las crecientes de los ríos mediante estacas que después ramifican y se convierten en barreras vivas (Nabhan y Sheridan, 1977).

La evaluación técnica de estas prácticas es ambivalente. Por ejemplo, en el caso del entarquinamiento se considera que la inundación de los suelos conlleva una pérdida de agua; por otro lado su evaluación es positiva como recarga de mantos acuíferos, formación de humedales temporales, mejoramiento de la calidad de suelo y de fitosanidad. Actualmente hay una importante re-evaluación de estas prácticas tradicionales de manejo de suelos y agua y su impacto regional en la mejora ecológica y de certidumbre de cosechas (Guzmán *et al.*, 2000). Además se está valorando el conocimiento local de los actores sociales y su capacidad organizativa autogestiva (Ostrom, 2000) en el manejo sustentable de recursos naturales.

En Tangancícuaro, las crecientes son apreciadas por los agricultores porque mejoran la textura y fertilidad de sus suelos agrícolas. En su opinión, una superficie importante de los mejores suelos que se observan en el valle se formaron durante varias décadas mediante el manejo de las aguas broncas. Encabezando una misión cultural, Saénz (1936) observó en esta zona áreas extensas de suelos profundos formados con limos sustanciosos, agua abundante y árboles frondosos.

El objetivo del presente trabajo es describir una técnica tradicional de mejoramiento de suelos y aportar elementos para su valoración técnica y social. Desde la perspectiva técnica se describe el manejo y control de las crecientes, así como los beneficios físicos y químicos en el suelo agrícola receptor de éstas. Desde la perspectiva social, se describe la organización necesaria para implementar la técnica, y se aportan elementos sobre la experiencia, capacidad y conocimiento endógeno de los agricultores para el aprovechamiento de los recursos naturales locales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de Estudio

El valle de Tangancícuaro es un territorio intermontano enclavado al noroeste del estado de Michoacán entre 19° 51' 33.21" a 19° 58' 53.57" N y 102° 6' 11.06" a 102° 12' 49.365"; comprende una extensión aproximada de 36 km² (3600 ha), con altitudes de 1650 a 1800 m. La precipitación pluvial se concentra

en los meses de junio a octubre. El clima es templado, con temperaturas que oscilan entre los 10 y los 28 °C y una media de 18 °C; se presentan heladas en invierno y granizadas en febrero y marzo. La ciudad central es Tangancícuaro, cuya población es de unos 14 000 habitantes (INEGI, 2005).

En los límites del valle, las formas más conspicuas de las serranías son el cerro de Patamban por el suroeste y La Beata en el norte. Estos cerros marcan dos territorios en el valle con características distintivas en vegetación, clima y tipo de suelo. Así, la zona aledaña al cerro de Patamban se caracteriza por una vegetación de bosque de pino y encino, precipitación alta (1000-1200 mm anuales) y suelos de textura ligera, susceptibles a la erosión hídrica y eólica. La parte norte del valle presenta una vegetación de tipo selva baja caducifolia, menor precipitación (800 mm anuales) y suelos tipo Vertisol de textura pesada y resistentes a la erosión. Las montañas de la parte sur y suroeste que delimitan el valle tienen barrancas profundas formadas por siglos de erosión pluvial; por estas barrancas corren torrencialmente las crecientes que arrastran limos o sedimentos formados en la serranía aledaña (Sierra Tarasca) y que se depositan cada año en el valle.

Agricultura, Fuentes de Agua e Infraestructura Hidráulica en el Valle

La agricultura se realiza en el valle bajo condiciones de riego y temporal. Para la agricultura de riego existen diversas fuentes de agua, superficiales y subterráneas: ríos, manantiales y pozos. El patrón de cultivos incluye hortalizas, granos y frutillas: jitomate, brócoli, chile, tomate, calabaza, fresa, zarzamora, frambuesa, trigo, maíz, sorgo y pastos para el ganado². En temporal, se cultiva maíz y sorgo. Prácticamente todo el año el valle está bajo producción agrícola con alta tecnología, uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes, semillas mejoradas, maquinaria, riego por canales, riego por goteo, riego por aspersión, acolchados, túneles e invernaderos. Los trabajadores contratados para las labores de cultivo provienen, en su mayoría, de los pueblos indígenas aledaños.

El valle de Tangancícuaro es cruzado de sureste a noroeste por el río Duero y de noreste a sur por el río Tlazazalca; éste último se une al Duero en el sitio conocido como Las Adjuntas, justo antes de continuar hacia el valle de Zamora en la porción noroeste. En el lugar se localizan diversos manantiales, cerca

² SAGARPA, 2008. Avances de siembras y cosechas. Ciclos PV 2007 y O/I 07-08. Distrito de Desarrollo Rural 088 Zamora. Coordinación de Planeación y Desarrollo Rural. CADER 02 Tangancícuaro, Michoacán.

de los poblados de Etúcuaro, Los Nogales, Valle de Guadalupe y Tangancícuaro, sobresalen por su volumen los de Cupátziro, Junguarán y Camécuaro. Los flujos de estos manantiales son utilizados principalmente para consumo humano, riego de cultivos y generación de energía eléctrica; sus remanentes se canalizan al río Duero para ser utilizados aguas abajo³.

Para el aprovechamiento y control de las aguas del río Duero, manantiales y aguas broncas se han construido canales, diques, bordos, drenes y acequias de distintas dimensiones que constituyen sistemas hidráulicos complejos. La infraestructura hidráulica está conformada principalmente por los canales La Yegua, con más de 3000 m de longitud, La Guaracha o el Tajo con 7866 m, Noroto con 2693 m, Los Nogales con aproximadamente 4000 m, El Pedregal con 3225 m y la barranca Arroyo Pejo (Sánchez-Rodríguez, 2001). Esta última es la de mayor importancia para este trabajo.

En el aprovechamiento de las crecientes en la zona, hemos observado dos grandes estrategias: por un lado desviar las crecientes y depositar los limos en ollas para después transportarlos a tierras alejadas o a tierras que no reciben directamente las crecientes; por otro lado desviar las crecientes y encauzarlas a parcelas agrícolas que se quieren mejorar.

La primera estrategia implica que sobre las márgenes de la parte media de la barranca se construyen derivaciones o bocatomas para desviar las crecientes y dirigirlas hacia depósitos adyacentes. Las bocatomas desembocan en depósitos u ollas. Éstas son estructuras formadas mediante un bordo de contención semicircular hecho de tierra de aproximadamente 30 m de diámetro; ahí se depositan las aguas y los limos y materiales que acarrear las crecientes. Después de que el agua se ha evaporado o drenado, los limos se transportan en camiones de carga y se colocan en terrenos agrícolas mejorándolos. Muchos terrenos agrícolas se han mejorado a base de depositar ahí los limos derivados de las crecientes. Los agricultores manifiestan que el rendimiento de cultivos como el brócoli y la fresa es mayor en estos suelos mejorados (ya sea por las crecientes o por el acarreo directo de los limos) en relación con los suelos que no reciben ninguno de estos beneficios.

Para la segunda estrategia, cada una de las parcelas se acondiciona con infraestructura adecuada para permitir la entrada del agua de la creciente derivándola del canal principal, dirigirla, controlar su velocidad

y decantar los limos y materiales drenando el agua sobrante.

Las aguas broncas o crecientes aprovechadas para el enlamado de nuestro interés, son conducidas por la barranca Arroyo Pejo, la cual nace en las faldas de los cerros de Ocumicho y Patamban, cerca de los pueblos indígenas del mismo nombre y situados a unos 10 km hacia el suroeste del valle de Tangancícuaro; su longitud es de aproximadamente 7000 m, con anchura y profundidad variables (2 a 5 m). La barranca natural termina al entrar en el valle, pero sus cauces continúan en forma de canales, desplazándose en dirección suroeste-noreste.

Trabajo de Campo y Laboratorio

Se realizaron recorridos territoriales guiados por informantes clave de Tangancícuaro (Presidente del Comisariado Ejidal, Sr. Octaviano Magaña, ejidatarios y jornaleros) para reconocimiento de las áreas donde se emplea la técnica de enlamado. Se localizaron las parcelas que recibieron las crecientes durante la temporada de lluvias de los años 2006, 2007 y 2008 y la infraestructura de canales que conducen las aguas broncas a las parcelas. Se ubicaron geográficamente las parcelas y se trasladaron los datos a mapas y fotos aéreas. Se tomaron imágenes digitales de los predios y estructuras de control de las aguas broncas y se hicieron observaciones directas sobre la conducción de las crecientes. Se realizaron entrevistas abiertas a dueños de las parcelas beneficiadas con las crecientes, para obtener información acerca de los beneficios que les aporta la práctica, los derechos de uso de las crecientes y la organización necesaria para el manejo de las mismas.

Para aportar elementos técnicos sobre los beneficios en las propiedades físicas y químicas de los suelos que reciben las crecientes, se realizaron muestreos en 2006 de los sedimentos acumulados en dos terrenos donde se introdujeron las crecientes y se analizaron algunas de sus propiedades edáficas. Las muestras de sedimentos se tomaron de la parte superficial de los terrenos. Para ello se recorrieron los terrenos en la temporada de lluvias y se seleccionaron tres y cuatro canales interiores (para el primer y segundo terreno, respectivamente) que se encontraban parcialmente llenos de sedimentos; se tomó una muestra de un kg de sedimentos de cada canal y se llevaron al laboratorio del CIIDIR-IPN-Michoacán donde

³ Velázquez-Machuca, M. 2005. Diagnóstico para el saneamiento del río Duero. SAGARPA-consejo Estatal de la Fresa de Michoacán. Informe Técnico. Zamora, Michoacán. pp. 50-69.

se secaron y tamizaron a través de malla de 2 mm. Posteriormente, las muestras provenientes de un mismo terreno se mezclaron y se tomó una submuestra para la realización de los análisis físicos y químicos. Los análisis incluyeron textura (hidrómetro de Bouyoucus), pH (relación suelo:solución 1:2), CE (conductímetro HI 9533), CIC, materia orgánica y fósforo Olsen (Page, 1982). A modo de comparación, se realizaron esos mismos análisis en un suelo de un terreno adyacente que no había sido beneficiado con crecientes. Se tomaron para ello cuatro muestras de suelo en cuatro puntos del terreno, se secaron, tamizaron y mezclaron para obtener una submuestra para realizar los análisis físicos y químicos.

En los canales por donde circulan las crecientes, se tomaron muestras del agua de escorrentía (crecientes) en dos fechas (agosto 6 y 26 de 2006), periodo en que se presentaron dos fuertes crecientes, a decir de los agricultores. Las muestras de agua se colectaron por triplicado en la parte central de la bocatoma que conduce el agua a los terrenos, a una profundidad aproximada de 20 cm, y se colocaron en botellas de polietileno de 1 L de capacidad, lavadas previamente con agua desionizada. En las muestras de agua se analizaron: contenido de sólidos totales (secado en estufa a 105 °C hasta peso constante), pH, CE y fósforo total (método del persulfato propuesto por Eaton *et al.*, 2005). En recorridos por la zona, antes y durante la temporada de crecientes se realizaron observaciones sobre la apariencia de los perfiles de los suelos en los dos terrenos estudiados; para ello se aprovecharon las excavaciones que se realizaron en los terrenos, a modo de canales, para distribuir las crecientes en el interior de los mismos y que en los puntos de entrada del agua alcanzan una profundidad de 1-1.5 m.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Trabajos y Acondicionamientos para Recibir, Controlar y Distribuir las Crecientes

El control y la distribución de las crecientes implica realizar tareas y acondicionamientos de infraestructura, tanto a nivel de la barranca y canales como a nivel de parcela año con año.

Sobre la barranca en los meses de mayo o junio, antes de que se presenten las lluvias, se deshieran las márgenes y se retiran piedras, basura y troncos para

evitar daños aguas abajo, taponamientos y azolves. Para resistir los golpes de las crecientes, en ciertos tramos, donde se considera que la margen de la barranca es débil, se construyen diques o barreras, los cuales son muros hechos con postes de madera y costales rellenos con arena y tierra; estos diques ayudan resistir la fuerza del golpe de agua y disminuir la velocidad para su mejor control aguas abajo. Posteriormente se vigila que estas estructuras no se rompan; en su caso, se reconstruyen.

Ya en la parte baja, donde se ubican las parcelas que van a recibir el enlamedo, sobre las márgenes de los canales se abren bocatomas, una por parcela. Cada bocatoma mide aproximadamente 1.5 m de ancho y 1.5 m de alto. Estas dimensiones son iguales para todas las parcelas, a fin de tener un reparto equitativo de las crecientes. Si el sitio donde se va a construir la bocatoma atraviesa un camino, éste se salva; para ello, las bocatomas se construyen de manera similar a la entrada de una mina: por debajo del camino se perfora un túnel y este se soporta con un marco cuadrado con fuertes postes de madera para permitir el paso de personas, animales y vehículos. Ya dentro de la parcela las paredes de la bocatoma son de tierra, sin apuntalamientos adicionales. La dirección de la perforación del túnel y la bocatoma es semitransversal al canal que conduce la creciente, de tal manera que se permite la entrada del agua; donde es necesario, se colocan compuertas para represar la creciente y derivarla hacia dentro de las parcelas.

Las bocatomas se dejan abiertas permanentemente para recibir las crecientes cuando se presenten, lo cual puede suceder a cualquier hora del día o de la noche; se trata de evitar que se revienten o desborden los canales y se inunden parcelas adyacentes. Este último aspecto reviste especial importancia debido a que se pueden afectar cultivos de hortalizas los cuales se catalogan como cultivos caros; si esto ocurre, el dueño de la parcela que recibe la creciente tiene que pagar los daños al propietario de la parcela inundada.

A nivel de parcelas, a partir de la bocatoma se construye un canal interior y sus derivaciones o zanjas para conducir y distribuir la creciente y sus sedimentos. Estas zanjas se pueden ramificar en dos o más, de acuerdo con las condiciones y pendiente del terreno. La finalidad de estas zanjas interiores es depositar los limos en distintos puntos de la parcela para después distribuirlos mejor. Estas zanjas y sus ramificaciones tienen dimensiones aproximadas de 1.2 m de profundidad, 1.5 m de ancho y 90 m de largo.

En la parte final de las derivaciones o zanjas se construyen empalizadas o redes transversales a la pendiente del terreno, hechas de estacas entrelazadas con ramas flexibles de sauce y fresno para disminuir la velocidad del agua. Estas estructuras funcionan como red o colador para decantar los sedimentos suspendidos. Las empalizadas, de una altura de 50 cm y longitud variable, se construyen con estacas de madera provenientes de árboles cercanos situados en los bordes de los canales⁴. En un terreno se pueden construir una o varias empalizadas, dependiendo del manejo de los sedimentos y la distribución que cada agricultor decida; regularmente se diseñan de forma transversal al flujo de la creciente. Los sedimentos se van depositando en el fondo de los canales y en el terreno, mientras que el exceso de agua es eliminado a través del sistema de drenaje conformado por una o varias bocatomas de salida. Un canal de drenaje contiguo a la parcela recibe las aguas después del filtrado y las conduce aguas abajo, hacia un canal de desagüe o directamente al río Duero.

En dos o tres lados del perímetro de las parcelas se construyen bordos de tierra, donde el nivel de la pendiente es menor, de tal manera que puedan resistir la presión del agua; los bordos son de 1 o 2 m de altura y unos 5 m de base y su forma es trapezoidal, con una o más bocatomas de salida de las aguas o drenajes.

Durante la temporada de estiaje, los mismos canales utilizados para transportar las crecientes tienen la función de conducir el agua de riego derivada del río o manantiales o drenajes parcelarios. Estos canales tienen uso todo el año.

La complejidad del diseño del sistema evidencia el nivel de conocimiento de los ejidatarios del territorio y su capacidad y experiencia para el aprovechamiento de sus recursos locales de manera integral, aspectos que ya han sido observados por otros autores (Ostrom, 2000; Leff, 2004) y que pueden constituir técnicas importantes en el manejo sustentable de suelos y agua (Guzmán *et al.*, 2000; Velázquez *et al.*, 2002).

La Organización Social para el Enlame

La comunidad ejidal de Tangancícuaro tiene los derechos legales para aprovechar las crecientes de la barranca “Arroyo Pejo”, y como tal se organiza cada año para repartirlas y realizar los trabajos necesarios. Esto significa que la práctica exige organización social debido a que las crecientes son un recurso de propiedad

colectiva, sobre el cual tienen derecho para su aprovechamiento solamente los ejidatarios de Tangancícuaro, sobre un espacio de 250 ha aproximadamente. Los derechos los tienen en exclusividad los ejidatarios y deben realizar año con año la conducción de las crecientes hacia las parcelas seleccionadas a fin de evitar inundaciones generalizadas. La pequeña propiedad está excluida de recibir las crecientes. Una posibilidad de que los pequeños propietarios mejoren sus tierras con los limos es comprando tierra de crecientes.

En la asamblea general del ejido los grupos de ejidatarios, cuyas parcelas están situadas en un mismo predio, solicitan las crecientes por un turno que equivale a una o dos temporadas de lluvias. El turno siguiente, que regularmente es por dos años, corresponderá a otro grupo de ejidatarios con parcelas en un predio o campo diferente dentro del ejido. Excepcionalmente pueden autorizarse por la asamblea turnos de crecientes por tres años, sólo si las crecientes han sido malas en los dos años anteriores. Un año es catalogado como malo si se reciben de 4 a 6 crecientes solamente, sin importar el volumen; en un año bueno se reciben unas 12 crecientes. Los turnos para recibir las crecientes para un mismo grupo de parcelas son regularmente cada 10 años.

En los años 2005 y 2006 las crecientes se derivaron a un conjunto de 12 parcelas ejidales localizadas en el predio el Nopal, a través del canal el Encinal, que es uno de los ramales de la barranca Arroyo Pejo; en los años 2007-2008, las crecientes se condujeron por el ramal El Tajo hacia 12 parcelas del predio Potrero Grande.

Para realizar las tareas sobre la barranca y los canales, cada año se organiza un grupo de 10 a 12 ejidatarios dueños de las parcelas que recibirán las crecientes. En reunión eligen un responsable del grupo, que se hará cargo de coordinar y vigilar los trabajos necesarios para acondicionar la barranca y en su caso reparar los diques. Cada ejidatario envía al sitio 1 o 2 jornaleros en el día y hora acordados para hacer las reparaciones, esto durante los meses que duran las lluvias. El ejidatario responsable se encarga de coleccionar las cuotas de dinero para pagar maquinaria o materiales necesarios para construir y reparar las estructuras de control de las crecientes.

El manejo y control de las crecientes no la realizan individuos aislados. Por el impulso y torrencialidad de las aguas broncas, el manejo y control de éstas exige la organización y coordinación de varios individuos para

⁴ El valle de Tangancícuaro es una de las zonas agrícolas con mayor densidad de árboles en la cuenca del Duero y esto se debe –a decir del Presidente del Comisariado Ejidal- a que se tiene prohibido cortar o eliminar árboles en el ejido; quien corta un árbol está obligado a plantar y cuidar otros dos, al menos. Al parecer esto está relacionado con el uso intensivo que hacen los ejidatarios de los árboles para la construcción de las empalizadas en la temporada de lluvias.

dirigirlas hacia las parcelas sin dañar bordos, estructuras hidráulicas y otros cultivos vecinos. Cuando inician las lluvias y las crecientes están próximas a llegar cada ejidatario contrata a un jornalero, llamado crecientero, quien se encarga de realizar los trabajos necesarios para el control de las aguas broncas tanto en la barranca y los canales como en las parcelas: quitar basuras, palos, piedras y obstáculos al paso de las aguas, vigilar las entradas o bocatomas de las parcelas para eliminar taponamientos. Son diez o doce crecienteros; algunas tareas los obligan a cooperar y trabajar en equipo por ejemplo, sacar del cauce de la creciente un tronco pesado.

Existen ciertos referentes para conocer y controlar la dinámica de las crecientes. Por ejemplo, si se observa que empieza a llover en la sierra de Patamban significa que las aguas broncas llegarán al valle aproximadamente 3 h después; en esos momentos los agricultores acuden al lugar donde se sitúan las bocatomas de las parcelas para, en su caso, quitar los obstáculos o basura que impidan el libre paso del agua. El responsable del grupo vigila la apertura de las bocatomas, la limpieza del canal de derivación y la quema posterior de la basura extraída de los canales.

El aprovechamiento de las crecientes se suspende cuando termina la temporada de lluvias (septiembre a octubre) para lo cual se cierran las bocatomas de entrada y se drena el agua excedente. Posteriormente, se deja secar el suelo y las yerbas que se desarrollaron; con ayuda de maquinaria (tractores, trascabos) se borran las estructuras de control como canales y bocatomas, se eliminan las empalizadas dentro de la parcela y se desvara para quitar las malezas. El terreno se prepara para el siguiente cultivo realizando un barbecho, cruza, rastro y nivelación; con estas labores la capa de sedimentos que se ha depositado durante las crecientes se incorpora y se mezcla con el resto del suelo superficial. La parcela queda así lista para ser cultivada.

En una temporada buena de crecientes el limo depositado puede alcanzar una altura de 20-30 cm (Manuel Barajas, ejidatario del predio Potrero Grande).

A partir de la utilidad que los agricultores de Tangancícuaro le dan al enlamado, este se convierte en un recurso colectivo en disputa, los conflictos entre los ejidatarios se presentan cuando alguna bocatoma de entrada es más grande que en el resto de las parcelas, lo que implica que el terreno en cuestión recibe mayores volúmenes de crecientes y por lo tanto mayores cantidades de limos. En caso de reclamo, el ejidatario inconforme solicita al Presidente del Comisariado Ejidal revisar las dimensiones de la o las bocatomas sospechosas. El infractor recibe una primera llamada de atención y se le pide que corrija las dimensiones de la bocatoma; en caso de reincidencia se suspende al ejidatario de su derecho por una o más crecientes, dependiendo de la gravedad de la falta. Estas observaciones fortalecen la perspectiva sobre la capacidad autogestiva de los agricultores en el manejo de sus recursos (Palerm-Viqueira, 2000; Palerm-Viqueira y Sánchez-Rodríguez, 2002).

Propiedades Físicas y Químicas de los Suelos sin Crecientes

En el Cuadro 1 se muestran algunas de las propiedades físicas y químicas de uno de los suelos que no han sido beneficiados con las crecientes. La textura arcillosa y la formación de grietas (observaciones éstas últimas hechas en campo), indican características propias de suelos Vertisoles (Brady y Weil, 2002). Suelos de propiedades similares a éstos se han estudiado en el cercano valle de Zamora donde se ha encontrado que la arcilla dominante es la esmectita (Velázquez *et al.*, 2004). Se observa también que la cantidad de fósforo disponible es baja ($\sim 7.9 \text{ mg Kg}^{-1}$, Page, 1982), al igual que el contenido de materia orgánica ($\sim 1\%$).

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos que no se benefician con las crecientes (suelo original) y del agua de dos crecientes. Valle de Tangancícuaro, Michoacán.

Suelo/creciente	pH	CE [†]	MO [‡]	P Olsen	CIC [§]	Arcilla	Sedimento	Fósforo total
		$\mu\text{S cm}^{-1}$	%	mg kg^{-1}	$\text{cmol}_{(+)}\text{ kg}^{-1}$	%	g L^{-1}	mg L^{-1}
Suelo original	6.6	240	0.98	7.89	35.16	72.0		
Creciente 1 (6/agosto/2006)	6.4	200					0.7	1.03
Creciente 2 (26/agosto/2006)	6.3	190					1.3	0.41

[†] CE = conductividad eléctrica (extracto de saturación); [‡] MO = materia orgánica; [§] CIC = capacidad de intercambio catiónico.

Propiedades Físicas y Químicas del Agua de las Crecientes

Los resultados de los análisis de las propiedades físicas y químicas del agua de las crecientes (Cuadro 1) muestran una marcada variabilidad en los contenidos de sedimento y fósforo total en las dos fechas de muestreo, en tanto que los valores de pH y CE se mantienen prácticamente sin cambio. Estas dos variables (pH y CE) se corresponden con los valores que alcanzan las aguas superficiales y subterráneas en la parte alta de la cuenca del río Duero³, indicando una edad joven de estos flujos y su tránsito por materiales geológicos y edáficos con bajo contenido de sales. El contenido de fósforo total en el agua de escorrentía es elevado, correspondiendo a la concentración de corrientes superficiales eutrofizadas (SEMARNAT, 2005); el origen de este fósforo son los sedimentos finos erosionados de los suelos de las sierras circunvecinas. Estos suelos se caracterizan por su textura franco-limosa y contenidos variables de alofano y óxidos de hierro, minerales que fijan el fósforo (Venegas *et al.*, 1999). A los procesos naturales de erosión, especialmente en temporada de lluvias, se suma la fuerte deforestación en la sierra, intensificando con ello el acarreo de sedimentos a las partes bajas a través de las crecientes (Octaviano Magaña, Presidente del Comisariado Ejidal, comunicación personal).

Por otro lado, la concentración de sedimento no guarda aparentemente una relación directa con la concentración de fósforo total; éste último podría estar relacionado con el tiempo en que se introduce la creciente al terreno, donde los mayores beneficios en este rubro se aportarían con las primeras crecientes.

Cuadro 2. Estimación de la cantidad de fósforo total y sedimento en una parcela beneficiada con las crecientes. Año 2006. Valle de Tangancicuaro, Michoacán.

	Concentración	Total/creciente	Total aportado en la temporada
	mg L ⁻¹	kg ha ⁻¹	
Sedimento	700.0	7000	112 000
	1300.0	13000	208 000
Fósforo total	1.03	10.3	164.8
	0.41	4.1	65.6

Estimando que a cada parcela ingresa una lámina de 1 m de agua por creciente y que la totalidad de sus contenidos se queda en el terreno, con los datos del Cuadro 1 se puede estimar la cantidad de sedimento y fósforo que se agrega a una parcela en una temporada de crecientes (aproximadamente cuatro meses) (Cuadro 2). En el año 2006 las distintas parcelas recibieron un total de 16 crecientes; con estas estimaciones, el fósforo total que se incorporó a una parcela fue de unos 115 kg ha⁻¹ (media de los dos muestreos), cantidad suficiente de fósforo para sostener un cultivo de maíz en el ciclo siguiente (Venegas *et al.*, 1991). Sin embargo, en estos cálculos se deben considerar las variaciones en la concentración de fósforo en las aguas de escorrentía durante toda la temporada de lluvias y la proporción de fósforo que puede estar disponible para la planta.

Los perfiles de suelos mejorados con las crecientes muestran un horizonte superficial de color rojizo a pardo-rojizo, textura ligera y de grosor variable (20-100 cm); debajo de esta capa se observa un horizonte de suelo color pardo a negro, de textura arcillosa (suelo pesado), similar a los Vertisoles del valle de Zamora. Esta capa u horizonte inferior puede corresponder a los suelos originales del valle, los cuales han sido enterrados por la acumulación sucesiva de sedimentos acarreados por las crecientes durante años, como manifiestan algunos ejidatarios. Estas características indican que estos son suelos que han sido formados por la acción humana, también denominados Antrosoles (WRB, 2007). Sin embargo, se requieren estudios más detallados de las propiedades edáficas de estos sedimentos para confirmar esta hipótesis.

Los agricultores del valle señalan que las crecientes, y los materiales que arrastran, les han permitido el mejoramiento de los suelos agrícolas manifestándose en incrementos sustanciales en los rendimientos de los cultivos, mismos que pueden alcanzar hasta un 30% en relación con las tierras que no reciben las crecientes. También en su opinión señalan otros beneficios de esta práctica: i) menor gasto de energía de la maquinaria utilizada en la preparación de los terrenos, ii) mayor rendimiento del trabajo humano de los plantadores de hortalizas, iii) mejor desarrollo radicular de las plantas cultivadas y, iv) incorporación de nutrientes sorbidos a los limos y materiales orgánicos, lo que representa un ahorro en fertilizantes.

Cuadro 3. Propiedades físicas y químicas de dos tipos de sedimento acarreados por las crecientes.

Suelo	pH	Conductividad eléctrica $\mu\text{S cm}^{-1}$	Materia orgánica %	Fósforo Olsen mg L^{-1}	Capacidad de intercambio catiónico $\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$	Arcilla %
Arenoso	6.6	340	0.07	26.0	8.8	6.1
Franco	6.3	571	3.6	43.0	30.7	37.1

Propiedades Físicas y Químicas de los Sedimentos

La diferencia en aporte de nutrientes en los sedimentos, dependiendo del material arrastrado, se muestra en el Cuadro 3. Se observa que el mejoramiento de la fertilidad del terreno es mayor con los sedimentos de textura mediana en relación con el arenoso, con mayores aportes de materia orgánica y fósforo.

Es conveniente señalar que las aportaciones de nutrientes son variables, dependen del tipo de materiales que arrastre la creciente, y que en los últimos años la calidad de las crecientes ha bajado de acuerdo con la opinión de los ejidatarios, quienes mencionan que en años anteriores las crecientes transportaban una buena cantidad de hojarasca y otros residuos vegetales de los bosques circunvecinos, así como parte de la capa superficial de los suelos. En la actualidad, las crecientes conducen gran cantidad de basura, sobre todo botellas de plástico provenientes del basurero municipal ubicado en la margen derecha del Arroyo Pejo y pocos residuos de vegetales. En 2008 las crecientes acarrearón una gran cantidad de arena hacia los terrenos, la cual poco sirve para mejorar la fertilidad de los terrenos porque enfría la tierra (Manuel Barajas, comunicación personal).

CONCLUSIONES

La práctica del enlamado mediante el aprovechamiento de las crecientes en Tangancicuaro muestra que la tecnología local tradicional mejora la fertilidad del suelo a través del incremento en los contenidos de materia orgánica, fósforo y cambios en la textura. Esto fortalece el conocimiento local acerca de los beneficios que significa para los agricultores el realizar esta práctica. Además implica que el manejo colectivo de un recurso común fortalece la capacidad organizativa de los agricultores y mejora la cohesión social comunitaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los apoyos otorgados por El Colegio de Postgraduados, el IPN y CONACYT, éste último a través del proyecto 79 201 2010 “Juntas de aguas, unidades de riego y otras organizaciones de regantes, impacto de los cambios en la legislación sobre las capacidades autogestivas de los regantes”.

LITERATURA CITADA

- Barral, J. A. 1862. Irrigations, engrais liquides et améliorations foncières permanents. Librairie agricole de la maison rustique. Paris, France.
- Brady, N. C. and R. R. Weil. 2002. The nature and properties of soils. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, USA.
- Eaton, A. D., L. S. Clesceri, E. W. Rice, and A. E. Greesberg (eds.). 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington, DC, USA.
- Eling, H. y M. Sánchez-Rodríguez. 2000. Presas, canales y cajas de agua: la tecnología hidráulica en el Bajío mexicano. *In*: Palerm, J. y Martínez, T. (eds.). Antología sobre pequeño riego. Volumen II Organizaciones autogestivas. Ed. Plaza y Valdés-Colegio de Postgraduados. México, D. F.
- Guzmán, G., M. González de Molina y E. Sevilla. 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. Censo Nacional de Población y vivienda 2005. Resultados para el Estado de Michoacán. <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?c=10202&s=est>. (Consulta: abril 12, 2009)
- Leff, E. 2004. Racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza. Siglo XXI. México, D. F.
- Nabhan, G. P. and T. E. Sheridan. 1977. Living fencerows of the Rio San Miguel, Sonora, Mexico: Traditional technology for floodplain management. *Hum. Ecol. Interdiscip. J.* 5: 97-111.
- Ostrom, E. 2000. El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. Fondo de Cultura Económica-UNAM. México, D. F.
- Page, A. L. 1982. Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties. ASA, SSSA. Madison, WI, USA.

- Palerm-Viqueira, J. 2000. Organización social y agricultura de riego. pp. 13-30. *In*: J. Palerm y T. Martínez (eds.). Antología sobre pequeño riego. Volumen II, Organizaciones autogestivas. Plaza y Valdés-Colegio de Postgraduados. México, D. F.
- Palerm-Viqueira, J. y M. Sánchez-Rodríguez. 2002. Entarquinamiento en cajas de agua y otras técnicas hídricas. pp. 21-76. *In*: J. Palerm (ed.). Antología sobre pequeño riego. Volumen III, sistemas de riego no convencionales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México.
- Rivas, M. 2009. Aprovechamiento del agua de lluvia y suelo de arrastre en jollas. Un sistema agrícola alternativo en la Mixteca Oaxaqueña. *Rev. Art. Ensayos Sociol. Rural* 6: 56-72.
- Saénz, M. 1936. Carapan: bosquejo de una experiencia. Instituto Nacional Indigenista. Lima, Perú.
- Sánchez-Rodríguez, M. 2001. El granero de la Nueva España. Uso del entarquinamiento para la producción de cereales en el bajío mexicano. http://jacintapalerm.hostei.com/anei_cajas_bajio.pdf. (Consulta: junio 21, 2009)
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2005. Indicadores básicos del desempeño ambiental de México: 2005. SEMARNAT. México, D. F.
- Velázquez, M., M. C. del Campillo, and J. Torrent. 2004. Temporary flooding increases iron phytoavailability in calcareous Vertisols and Inceptisols. *Plant Soil* 266: 195-203.
- Velázquez-Machuca, M., J. L. Pimentel-Equihua y J. Palerm-Viqueira. 2002. Entarquinamiento en cajas de agua en el valle zamorano: una visión agronómica. pp. 77-115. *In*: J. Palerm (ed.). Antología sobre pequeño riego. Volumen III, sistemas de riego no convencionales. Colegio de Postgraduados. Montecillo, estado de México.
- Venegas-González, J., M. Velázquez-Machuca y J. L. Pimentel-Equihua. 1991. Respuesta del maíz al fósforo en la Ciénega de Chapala. *Terra* 9: 197-203.
- Venegas González, J., L. J. Cajuste, A. Trinidad-Santos y F. G. Reyes. 1999. Correlación y calibración de soluciones extractantes del fósforo aprovechable en suelos de la Sierra Tarasca. *Terra* 17: 287-292.
- WRB (World Reference Base for Soil Resources). 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0510s/a0510s00.pdf>. (Consulta: febrero 5, 2010).