

# ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN SISTEMAS AGROFORESTALES RIBEREÑOS DE LA CUENCA DEL RÍO TLAPANECO

## CARBON SEQUESTRATION IN RIPARIAN AGROFORESTRY SYSTEMS OF THE TLAPANECO RIVER BASIN

Bustamante-González, A.<sup>1\*</sup>; Vargas-López, S.<sup>1</sup>; Morales-Jiménez, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México.

\*Autor de correspondencia: angelb@colpos.mx

### ABSTRACT

**Objective:** Estimate the carbon stored in the arboreal component of mamey sapote (*Pouteria sapota* Jacq.) of riparian agroforestry systems of the Tlapaneco river basin, in the state of Guerrero, Mexico.

**Design/methodology/approach:** The number of trees was counted and their diameter was measured at breast height in quadrants of 400 m<sup>2</sup> on 110 agroforestry parcels in the towns of Ixcateopan, Alpoyeca, Tlaquiltepec and Coyahualco. Aboveground biomass (B) in kg dry matter per tree was estimated with an allometric available for tropical and subtropical species.

**Results:** The total carbon stored per hectare in the tree component of mamey sapote was 20,089 kg/ha, while the total carbon stored in riparian agroecosystems of the Tlapaneco river basin was 3,471,400 kg.

**Study limitations/Implications:** The unavailability of specific allometric equations for mamey sapote limited a more accurate estimate.

**Findings/conclusions:** The arboreal component of mamey sapote is an important reservoir of carbon in the agroforestry riparian systems of the Tlapaneco river basin.

**Keywords:** Guerrero, environmental service, mamey sapote

### RESUMEN

**Objetivo:** Estimar el carbono almacenado en el componente arbóreo de mamey (*P. sapota*) de los sistemas agroforestales ribereños de la cuenca del río Tlapaneco, en el estado de Guerrero, México.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se contabilizó el número de árboles y se midió su diámetro a la altura de pecho en cuadrantes de 400 m<sup>2</sup> en 110 predios de las localidades de Ixcateopan, Alpoyeca, Tlaquiltepec, y Coyahualco. La biomasa aérea (B) en kg de materia seca por árbol se estimó una ecuación alométrica disponible para especies tropicales y subtropicales.

**Resultados:** El carbono total almacenado por ha en el componente arbóreo de mamey fue de 20,089 kg/ha, mientras que el total almacenado para todo el agroecosistema ribereño de la cuenca fue de 3,471,400 kg de carbono.

**Limitaciones del estudio/Implicaciones:** La no disponibilidad de ecuaciones alométricas específicas para mamey limitó una estimación más precisa.

**Hallazgos/conclusiones:** El componente arbóreo de mamey es un reservorio importante de carbono en los sistemas agroforestales ribereños de la cuenca del río Tlapaneco.

**Palabras clave:** Guerrero, mamey, servicio ambiental

## INTRODUCCIÓN

En las regiones áridas y semiáridas, donde la disponibilidad de agua es limitada, en las márgenes de los ríos y corrientes se tiene una franja donde crece la vegetación conocida como riparia o ribereña. Esta vegetación depende en gran medida del flujo subsuperficial y del caudal base del río. El reconocimiento oficial de la importancia de los ecosistemas ribereños en México es reciente. No se tiene un inventario nacional de vegetación ribereña. En las últimas décadas se han realizado estudios locales de ecosistemas ribereños, particularmente sobre su estructura y funcionamiento ecológico (Treviño *et al.*, 2001; Camacho *et al.*, 2006; Enríquez-Peña y Suzán-Azpiri, 2011). El tema del cambio climático ha incidido en la revaloración de los ecosistemas ribereños. En el artículo 34 de la Ley General de Cambio Climático (Ley General de Cambio Climático, 2012), sección III apartado i, se establece que para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando la reducción de emisiones y captura de carbono en el sector de agricultura, bosques y otros usos del suelo y preservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Específicamente, establece que se deben diseñar políticas y realizar acciones para la protección, conservación y restauración de la vegetación riparia en el uso, aprovechamiento y explotación de las riberas o zonas federales, de con-

formidad con las disposiciones aplicables de la Ley de Aguas Nacionales.

Estos ecosistemas generan servicios ambientales como la regulación de microclimas, hábitat de una variada fauna silvestre (Beltrao *et al.*, 2009), regulación de la temperatura del agua de los ríos o corrientes (hábitat a su vez de una variada fauna acuática), regulación de inundaciones y valores escénicos y recreativos (Caballero, 1985; Villareal *et al.*, 2006), entre otras. Los ecosistemas ribereños no perturbados en las regiones áridas y semiáridas tienen una función importante como hábitat y como reguladores hidrológicos y de microclimas locales. La disponibilidad de agua, sobre todo en la época de estiaje, en los ecosistemas ribereños ha llevado a la transformación de los ecosistemas naturales ribereños para convertirlos en agroecosistemas, sobre todo en las regiones semiáridas de México. Cuando son transformados en agroecosistemas, sus funciones ecológicas, sociales y económicas cambian.

Tradicionalmente, en el ambiente árido y semiárido, los agroecosistemas ribereños tienen un alto valor económico debido a que en superficies pequeñas se tiene una alta producción asociada a la disponibilidad de agua, recurso sumamente escaso en los agroecosistemas no ribereños adyacentes. En áreas relativamente pequeñas, antes ocupadas por la vegetación natural, los productores rurales, muchas veces de subsistencia, producen cultivos mucho más rentables que los de los terrenos de temporal. A lo largo de un río, la estructura de estos agroecosistemas (arreglo espacial y temporal de las especies cultivadas) es variable (Ortiz-Arroña *et al.*, 2005).

En México, como en otras regiones del mundo (Labarta *et al.*, 2007), no se tienen estadísticas sobre la superficie y producción de cultivos de los agroecosistemas ribereños. Es una agricultura no visible, en muchos casos, para las instituciones del sector, sobre todo cuando las parcelas agrícolas ocupan superficies menores a una hectárea. Caballero (1985) menciona que en el país existen 172 ríos principales, donde se presentan ecosistemas ribereños extensos. Además, en el país se tiene una gran cantidad de ecosistemas ribereños en corrientes secundarias.

Una práctica común en los agroecosistemas ribereños de regiones semiáridas como la Mixteca de los estados de Puebla, Oaxaca y Guerrero es la producción bajo sistemas agroforestales, que incluyen el crecimiento

en un espacio común de cultivos anuales y arbóreos, principalmente árboles frutales. No se ha valorado, para esta región, la importancia del componente arbóreo en la generación y mantenimiento de servicios ambientales como la captura y almacenamiento de carbono, promoviéndose muchas veces una visión de agricultura empresarial que considera a la agroforestería como una práctica indeseable desde el punto de vista agronómico y económico. En este estudio, se analiza la importancia ambiental de los sistemas agroforestales ribereños (Figura 1) de la zona baja del Río Tlapaneco. Se enfatiza que, aunado a la importancia económica de estos sistemas de producción para generar ingresos locales, la agroforestería ribereña es importante para mantener servicios ambientales, en particular en la captura de carbono.



**Figura 1.** Sistema agroforestal ribereño en Coyahualco, Guerrero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la cuenca del Río Tlapaneco, localizada en parte del territorio de los estados de Puebla, Oaxaca y Guerrero, con una superficie total de 4,981.53 kilómetros cuadrados (DOF, 2011). La longitud de la corriente de primer orden del río Tlapaneco es de 75 km. Si bien a lo largo del río, desde su nacimiento en la parte alta de Copanatoyac, Malinaltepec, Alcozuca y la Sierra de Coicoyán, se tiene agricultura ribereña en predios pequeños, la superficie más extensa de agricultura ribereña se concentra en la Cañada de Huamuxtitlán-Alpoyeca (Figura 2). Se reportan 1800 ha de agricultura ribereña en la Cañada (Olvera et al., 2012). Para el cultivo de mamey (*P. sapota*) se reportan 172.8 ha (9.6% de la superficie de agricultura ribereña).

Para estimar el carbono almacenado en los árboles de mamey se realizó un muestreo en lotes de 400 m<sup>2</sup> en 110 predios, de las localidades de Ixcateopan, Alpoye-

ca, Tlaquiltepec, y Coyahualco en el estado de Guerrero. En cada cuadrante (Figura 3) se contabilizó el número de árboles de mamey y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm, medido a 1.3 m de altura. Para estimar la biomasa aérea (B) en kg de materia seca por árbol se utilizó el modelo  $\ln B = a + (b \ln DAP)$ , debido a que ha sido usado ampliamente para especies tropicales y subtropicales (Andrade y Higuchi, 2009); considerando los parámetros propuestos por Chave et al. (2001):  $\ln B = [-2.19 + 2.54 \ln(DAP)]$ . Se consideró que el carbono orgánico de la masa seca equivale el 50% (Méndez-González et al., 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los predios muestreados se registró la presencia de 36 especies vegetales, que incluyeron cultivos anuales, semi-perennes y perennes.

De las especies arbóreas, el

mamey (Figura 4) fue la especie más frecuente, con un promedio de 175 árboles por hectárea.

El promedio de biomasa seca de los árboles de mamey por hectárea fue de 40.178 t. El carbono total almacenado por ha fue de 20.089 t ha<sup>-1</sup>. Al considerar una superficie de la Cañada Alpoyeca-Huamuxtitlán de 172.8 ha, la cual se reportó con cultivo de mamey en 2009 (Arcos, 2011) y que equivale al 9.6% de las 1800 ha de agricultura ribereña del río Tlapaneco (Olvera et al., 2012), se tiene un almacenamiento de carbono en los árboles de mamey de 3,471.4 t para los agroecosistemas ribereños de la zona.

El carbono almacenado por hectárea en el cultivo de mamey en el sistema agroforestal de la Cañada del Río Tlapaneco es equivalente al 55.8% del carbono almacenado (26 t de carbono por hectárea) en bosques secos y al 10.7 % del almacenado en un bosque tropical húmedo (MAGFOR, 2005).



**Figura 2.** Localización de la agricultura ribereña de la Cañada de Huamuxtitlán-Alpoyeca, Guerrero.



**Figura 3.** Contabilización de árboles y medición de los parámetros para estimar la biomasa.



**Figura 4.** Sistema agroforestal con mamey en Ixcateopan, Guerrero.

## CONCLUSIÓN

La estimación de carbono almacenado en el cultivo de mamey en la agricultura de la Cañada Huamuxtitlán-Alpoyeca en la ribera del Río Tlapaneco, en el estado de Guerrero, mostró que la producción de cultivos anuales con árboles es un reservorio importante de carbono. Es necesario revalorar este tipo de agroecosistemas como áreas generadoras y mantenedoras de servicios ambientales como la captura de carbono. Una opción para ello es crear un programa de pago de servicios ambientales para agroecosistemas ribereños con sistemas agroforestales, considerando tanto el servicio de agrobiodiversidad como de captura y almacenamiento de carbono.

## LITERATURA CITADA

- Andrade E.A., Higuchi N. 2009. Produtividade de quatro espécies arbóreas de Terra Firme da Amazonia Central. *Acta Amazónica* 39(1): 105-112.
- Arcos E.L. 2011. Caracterización del sistema de producción de mamey (*Pouteria sapota* Jacq.) del municipio de Huamuxtitlán, Gro. Tesis de maestría. Maestría en Desarrollo Sostenible de Zonas Indígenas. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- Beltrao G.B.M., Medeiros E.S.F., Ramos R.T.C. 2009. Effects of riparian vegetation removal on the structure of the marginal aquatic habitat and the associated fish fauna in a tropical Brazilian reservoir. *Biota Neotropica* 9(4): 37-43.
- Caballero M.D. 1985. Riparian Ecosystems in Mexico: Current status and future direction. In: Symposium, Riparian Ecosystems and Their Management: Reconciling Conflicting Uses, April 16-18, 1985, Tucson, Arizona. pp. 9-12.
- Camacho F., Trejo I., Bonfil C. 2006. Estructura y composición de la vegetación ribereña de la Barranca del Río Tembeembe, Morelos, México. *Boletín Sociedad Botánica de México*. Sociedad Botánica de México, A.C. Distrito Federal, México. pp. 17-31.
- Chave J., Riera B., Dubois M.A. 2001. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. *Journal of Tropical Ecology* 17: 79-96.
- DOF. 2011. Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Región Hidrológica número 18 Balsas. *Diario Oficial de la Federación* del día 26 de enero de 2011.
- Enríquez-Peña E.G., Suzán-Azpiri H. 2011. Estructura poblacional de *Taxodium mucronatum* en condiciones contrastantes de perturbación en el estado de Querétaro, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 153-167.
- Labarta R.A., White D., Leguía L., Guzmán W., Soto J. 2007. La Agricultura en la Amazonia Ribereña del Río Ucayali. ¿Una Zona Productiva pero Poco Rentable? *Acta Amazónica* 37(2): 177-186.
- Ley General de Cambio Climático. 2012. *Diario Oficial de la Federación* del día 6 de junio de 2012.
- MAGFOR. 2005. Potencial de plantaciones forestales y fijación de carbono en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 178 p.
- Méndez-González J., Luckie-Navarrete S.L., Capó-Arteaga M.A., Nájera-Luna J.A. 2011. Ecuaciones alométricas y estimación de incrementos en biomasa aérea y carbono en una plantación mixta de *Pinus devoniana* Lindl. y *P. pseudostrobus* Lindl., en Guanajuato, México. *Agrociencia* 45: 479-491.
- Olvera J.I., Bustamante A., Ortiz E., Vargas S., Aceves E., Guerrero J.D. 2012. Sistemas de producción agrícola en la ribera del Río Tlapaneco, Montaña de Guerrero. In: Primer Simposio Internacional sobre el Desarrollo de la Mixteca. Tecamatlán, Puebla, 26 al 28 de septiembre de 2012. pp. 136-140.
- Ortiz-Arroña C.I., Gerritsen P.R.W., Martínez L.M.M., Allen A., Snoep M. 2005. Restauración de bosques ribereños en paisajes antropogénicos en el occidente de México. Disponible en: [www.dama.gov.co](http://www.dama.gov.co)
- Treviño E.J., Cavazos C., Aguirre O.A. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. *Madera y Bosques* 7(1): 13-25.
- Villarreal J.A., Carranza M., Estrada E., Rodríguez A. 2006. Flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, México. *Acta Botánica Mexicana* 75: 1-20.