



Ra Ximhai

ISSN: 1665-0441

[raximhai@uaim.edu.mx](mailto:raximhai@uaim.edu.mx)

Universidad Autónoma Indígena de México  
México

Pérez-García, Nelsson; Rueda-González, Manuel; Rojo-Martínez, Gustavo Enrique; Martínez- Ruiz, Rosa; Ramírez-Valverde, Benito; Juárez-Sánchez, José Pedro

EL BAMBÚ (Bambusa spp.) COMO SISTEMA AGROFORESTAL: UNA ALTERNATIVA DE  
DESARROLLO MEDIANTE EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN LA SIERRA  
NORORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA

Ra Ximhai, vol. 5, núm. 3, septiembre-diciembre, 2009, pp. 335-346

Universidad Autónoma Indígena de México  
El Fuerte, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46111817008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

 redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



## EL BAMBÚ (*Bambusa spp.*) COMO SISTEMA AGROFORESTAL: UNA ALTERNATIVA DE DESARROLLO MEDIANTE EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN LA SIERRA NORORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA

### BAMBOO (*Bambusa spp.*) AS AGROFORESTRY SYSTEM: AN ALTERNATIVE OF DEVELOPMENT BY MEANS OF ENVIRONMENTAL SERVICES PAYMENT IN THE NORTHEAST SIERRA OF PUEBLA STATE

Nelsson Pérez-García<sup>1</sup>, Manuel Rueda-González<sup>1</sup>, Gustavo Enrique Rojo-Martínez<sup>2</sup>, Rosa Martínez-Ruiz<sup>2</sup>, Benito Ramírez-Valverde<sup>3</sup> y José Pedro Juárez-Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de licenciatura en Ingeniería Forestal con énfasis en Silvicultura de la Universidad Autónoma Indígena de México. Correo electrónico: nperez@hotmail.com y m\_rueda83@hotmail.com <sup>2</sup>Profesores Investigadores de la Universidad Autónoma Indígena de México. Correo electrónico: grojomtz@yahoo.com.mx y ruizrosa@yahoo.com.mx. <sup>3</sup>Profesores Investigadores. Colegio de Posgraduados *Campus* Puebla. Correo electrónico: bramirez@colpos.mx y pjjuarez@colpos.mx.

#### RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en tres municipios ubicados en la Sierra Nororiental de Puebla que se distinguen por concentrar un alto porcentaje de habitantes indígenas. La metodología utilizada consistió en consultas a fuentes bibliográficas, recorrido de campo y elaboración y aplicación de encuestas a productores de bambú (*Bambusa spp.*) que pertenecen a la Cooperativa Tosepan Titataniske (Unidos Venceremos). Los datos se procesaron y se analizaron en el programa SPSS. Los resultados demuestran que el número de productores de bambú va en incremento. La principal razón es debido a que la Cooperativa está impulsando fuertemente el cultivo y la comercialización de esta especie. Los productores están interesados en ampliar su plantación de bambú pero como parte de un sistema agroforestal. El 95.7% está de acuerdo en incorporarse al programa de pago por servicios ambientales de captura de carbono. En el caso del servicio de captura de agua, el 89.1% expresó estar interesado en participar.

**Palabras clave:** bambú, productores, sistemas agroforestales, prácticas silviculturales, pago por servicios ambientales.

#### SUMMARY

The present survey was developed in three municipalities located in the Northeast Sierra of Puebla which are distinguished by a high percentage of indigenous habitants. The methodology consisted in consult bibliographic sources, field tour and to elaborate and apply surveys to bamboo (*Bambusa spp.*) producers which belong to the cooperative Tosepan Titataniske (Unidos Venceremos). The data were processed and analyzed using SPSS program. The results showed an increasing number of producers of bamboo. The main reason is because the cooperative it's strongly pushing the crop and commercialization of this specie. The producers are interested in enlarge the bamboo plantation but as an agroforestry system. The 95.7% are agreeing to join the program of environmental services payment for carbon capture. About the water capture service, the 89.1% are interested to participate.

**Key words:** bamboo, producers, agroforestry system, silvicultural practices, environmental services payment.

#### INTRODUCCIÓN

El tema de los servicios ambientales y su valoración económica es relativamente nuevo en el contexto mundial. Durante la última década, hemos visto alrededor del mundo un amplio surgimiento de la valoración de los bienes y servicios ambientales, particularmente los relacionados con los bosques, como protectores y reguladores hidrológicos en las cuencas, conservadores de la biodiversidad y la potencialidad para efectuar secuestro del carbono. Adicionalmente, los bosques incluyen servicios de aprovisionamiento de alimentos y agua, de plagas y otros; servicios de soporte como formación de suelos y reciclaje de nutrientes; y servicios culturales, recreativos, u otros beneficios no materiales.

Los efectos del calentamiento global han aumentado de manera significativa. Los reportes del aumento observado del promedio mundial de temperatura del aire y del océano, de la fusión generalizada de nieves y hielos, y del aumento del promedio mundial del nivel del mar (IPCC, 2007: 2), demuestran que el cambio climático es inevitable. Las principales causas de este fenómeno son la emisión de gases de efecto invernadero, la deforestación y el cambio de uso de suelo.

En México, según datos del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el 2002 (INE, 2006: 36), las emisiones de CO<sub>2</sub> por sector son las siguientes: energía 61% (389,497 Gg), uso de suelo y cambio de uso de suelo 14% (89,854 Gg), desechos 10% (65,584

Gg), procesos industriales 8% (52,102 Gg) y agricultura 7% (46,146 Gg). Según datos de la FAO (2007: 57), la tasa de deforestación anual en México en el período 2000–2005 fue de -0.40 %.

Ante este panorama el sistema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) otorgado por la CONAFOR y la SEMARNAT tiene la función de conservar y proteger las masas forestales. Los Servicios Ambientales (SA) se pueden definir como el conjunto de condiciones y procesos naturales que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento del germoplasma, la contribución de ciclos básicos de agua y de carbono (Torres y Guevara, 2002). Es decir, son el resultado de las asociaciones e interrelaciones de los árboles con otros componentes del ecosistema.

El objetivo central del PSA es que los usuarios de estos servicios paguen a los propietarios de las masas forestales para que adopten prácticas de manejo dirigidas a elevar o al menos mantener la calidad de las áreas verdes y, en algunos casos, el pago sirve para compensar el costo de oportunidad de una actividad productiva o extractiva que pondría en riesgo el servicio ambiental. Según Pagiola y Platais (2002), este enfoque tiene la ventaja de generar fuentes de ingresos adicionales para los usuarios de tierras con bajos ingresos, contribuyendo por lo tanto a mejorar sus niveles de vida.

En el caso de los mercados de fijación de carbono se está abriendo bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto, recompensando la plantación de árboles como una forma de remediar las emisiones de gases causantes del efecto invernadero. En México, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha invertido más de un millón 500 mil pesos en el programa PSA que coordina la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), lo que ha permitido la conservación de un millón 71 mil hectáreas de bosques y selvas en el país, beneficiando a 2,078 comunidades de alta marginación principalmente (SEMARNAT, 2008).

Como parte de esta estrategia, la CONAFOR emprendió dos iniciativas: el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) en el año 2003, y el Programa de Pago por Captura de Carbono, Biodiversidad y Agroforestería (PSA-CABSA) en el año 2004, ambos con la finalidad de otorgar apoyos económicos a los dueños y/o legítimos poseedores de terrenos con recursos forestales por los servicios ambientales que generan (CONAFOR, 2008). El PSA es un mecanismo que permite pagar a los propietarios de bosques cinco años consecutivos por los servicios que prestan los bosques y selvas.

En el caso particular del pago por servicios de captura de carbono, el pago por tonelada se determinará en función del cumplimiento de criterios ambientales y sociales para abonar puntos sobre un precio base de \$50/ton y hasta un máximo de \$100/ton. Se otorgará como anticipo el 50% del apoyo autorizado para su elaboración y el pago final del 50% restante se realizará una vez que la idea de proyecto de captura de carbono haya sido aceptada por la CONAFOR y autorizada por el Comité Técnico Nacional.

En México, un claro ejemplo se encuentra en el Estado de Chiapas donde se está desarrollando el proyecto Scolel Té (cultivando árboles) el cual tiene como objetivo la captura de carbono en diferentes sistemas forestales y agroforestales en zonas indígenas (De Jong *et al.*, 2005).

La captura de agua o desempeño hidráulico es un servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimentan los mantos acuíferos y la perpetuación del ciclo del agua (Torres y Guevara, 2002).

Actualmente, la Comisión Nacional Forestal invirtió el monto total de 200 millones de pesos en el programa de pagos por servicios ambientales hidrológicos para aproximadamente 126.8 mil hectáreas, destinando un promedio de \$350 por hectárea para cinco años (CONAFOR, 2004). El monto a pagar dependerá del tipo ecosistema, para el bosque mesófilo de montaña (bosque nublado) es de \$400 y en otros bosques

y selvas de \$300. Los criterios que se toman en cuenta son, áreas que estén localizadas en zonas críticas para la recarga de acuíferos, catalogadas como sobre explotadas mediante el acuerdo emitido por la Comisión Nacional del Agua; o zonas con aguas superficiales donde existen problemas de escasez, de calidad del agua, de sedimentos, o de riesgo de desastres hidrológicos; áreas vinculadas con el abastecimiento de agua a centros poblacionales de más de 5,000 habitantes y; áreas que se ubiquen dentro de las montañas enlistadas por la CONAFOR.

Los requisitos que los solicitantes deberán cumplir para obtener los apoyos son: presentar llenada correctamente la solicitud de apoyo; presentar la información señalada en los criterios de ejecución, resolución y prelación del concepto de apoyo solicitado, el anexo técnico complementario correspondiente y la información contenida en el mismo; acreditar la nacionalidad mexicana; acreditar la legalidad de la propiedad o posesión del terreno que se destinará al apoyo, con el título correspondiente; cuando se solicita el apoyo por medio de un representante legal, se deberán presentar los siguientes documentos: a) Ejidos y comunidades: 1) acta de asamblea donde se elijan los órganos de representación o bien, se otorgue la representación legal a un tercero, 2) acta de asamblea en donde se decida solicitar los apoyos de la CONAFOR y de destinar los terrenos a los fines de las acciones a desarrollar, 3) identificación oficial de los integrantes del órgano de representación o de su representante legal, y b) Personas físicas y morales: 1) documento que acredite la representación legal, 2) identificación oficial del representante legal y; los requisitos señalados en el anexo técnico que corresponda al apoyo solicitado (CONAFOR, 2009).

Debido a la crisis del café, los productores de la Sierra Nororiental de Puebla han establecido una gran cantidad de sistemas agroforestales que les permiten enfrentar su situación económica, pero además, estos ecosistemas garantizan la provisión de los servicios ambientales, resaltando el valor que aporta a la biodiversidad. Actualmente los productores están incorporando

bambúes a sus predios como parte de esta diversificación. Por lo tanto, el manejo de estos sistemas contribuye en gran medida para amortiguar la crisis económica en la que se encuentran. Estas combinaciones de recursos permiten producir cultivos, madera u otros productos, todos procedentes de un sólo sistema agroforestal.

Londoño (2002) señala que en el mundo existe un total de 90 géneros y 1100 especies de bambú que se distribuyen desde los 51° de latitud Norte hasta los 47° de latitud Sur y desde el nivel del mar hasta los 4,300 metros de altura. En América, existen 41 géneros y 451 especies, casi la mitad de la diversidad mundial, los cuales se distribuyen desde los Estados Unidos con *Arundinaria gigantea*, hasta el sur de Chile, con *Chusquea culeo*. Se reconoce como el área de mayor grado de endemismo y diversidad de bambúes a la "mata littoranea" del sur de Bahía, Brasil, con presencia del 48% (22 géneros) de todos los géneros americanos, cinco de los cuales son endémicos. Le sigue en diversidad la cordillera de los Andes desde Venezuela hasta Bolivia, y la parte sur de Mesoamérica. Según Judziewicz *et al.*, (1999) y Londoño (2001), citados por Deras (2003), los bambúes toleran temperaturas bajo 0°C y hasta 26 °C, aunque se conocen casos de temperaturas más altas. En términos de precipitación se desarrollan en zonas desde 1,000 hasta 5,000 mm al año. Lo anterior muestra un amplio rango de hábitat en los cuales el bambú se desarrolla.

Los géneros de bambú que existen en México son: *Aulonemia*, *Arthrostylidium*, *Guadua*, *Chasquea*, *Merostachys*, *Olmeca*, *Otatea* y *Rhipidocladum* (Cortés, 2000:13). La distribución geográfica del bambú en México se presenta básicamente en las regiones tropicales y los estados con mayor número de especies son Chiapas, Veracruz, Tabasco y Puebla. También en los estados de Jalisco y Michoacán se presenta un número importante de especies. La especie *Olmeca recta* es una especie endémica que no crece en alturas mayores a 200 msnm, en los estados de Oaxaca y Veracruz; la *Otatea acuminata* crece en suelos calcáreos y clima seco, y *Alonemia clarkie* se distribuye en el estado de Chiapas (Ordoñez, 1999). En Puebla,

con su alto capital ecológico, se ha iniciado las siembras comerciales de bambú; con 76 ha en Hueytamalco (Grupo Informal de Productores), 50 ha en Ayotoxco (Titatoka MostahuIta SPR DE RI), Cuetzalan 10 ha (Tosepan Titataniske Cooperativa Regional) y 4 ha en la Mixteca Poblana con productores individuales, estimándose una superficie total de 140 ha (González, 2007 b).

Los prácticas silviculturales se refieren a las técnicas y manejo de bosques con múltiples propósitos, e incluye el cultivo, su manejo y aprovechamiento con el fin de incrementar la productividad y beneficios que genera un rodal. Para el manejo del bambú se han desarrollado dos sistemas silviculturales: el manejo de la regeneración natural y el establecimiento de nuevas plantaciones.

Los bambúes son plantas con una gran diversidad morfológica lo cual facilita su propagación por diferentes maneras: por semilla, rizomas con segmento de tallo, segmentos de culmo o ramas e *in vitro*. Para su establecimiento hay que tener en cuenta si el objetivo es comercial, conservacionista u ornamental. En las plantaciones con propósito comercial se recomienda distancias más amplias de siembra entre surcos que entre plantas con el fin de lograr una mayor incidencia de los rayos solares sobre el cultivo. En las plantaciones con fines netamente conservacionistas se debe sembrar en barreras con distancias de 4 o 5 metros entre surco y de 2 o 3 metros entre planta (Londoño, 2002).

Para la preparación del terreno se recomienda limpiar el sitio de malezas y rastrojos, en este caso se utiliza el barbecho y rastreo, posteriormente el trazado para señalar filas, por último en el ahoyado se recomienda las siguientes dimensiones 40x40x40 cm. En caso de deficiencia de nutrientes se recomienda usar fertilizantes para que el bambusal alcance un adecuado crecimiento en altura y diámetro, con brotes y follajes exuberantes (González, 2007 a).

Debido a su abundante follaje, el bambú tiene la capacidad de producir y aportar al suelo entre 30 y 35 ton/ha/año de biomasa (10-14 % de la

biomasa total). El suelo bajo estos rodales posee una estabilidad estructural y de agregados al agua estable; además posee características como alta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, alta porosidad total, baja densidad aparente, mayor conductividad hidráulica saturada y alto contenido de materia orgánica; por tal motivo, la naturaleza y la textura orgánica de los suelos bajo esta especie propicia la retención y filtración del agua. Un servicio ambiental muy particular de ésta especie es su capacidad para almacenar agua potable dentro de los culmos; una hectárea de esta especie puede almacenar 30,375 litros de agua potable, lo que abastece a 150 personas por día, con un consumo promedio de 200 litros/persona/día. (CATIE, 2004).

Otra de las cualidades que tiene el bambú es su rápido crecimiento. Según datos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 2004), su tasa de crecimiento durante los primeros 30 días alcanza 4 a 6 cm de altura en 24 horas, el 60% de este crecimiento es durante la noche; después de los 90 cm de altura, el promedio de crecimiento es de 9 a 11 cm por cada 24 horas. Esto implica una gran actividad fisiológica que hace que los bambúes sean considerados como un elemento de notable importancia para el balance de oxígeno y dióxido de carbono en la atmósfera. Castañeda *et al.*, (2005: 114) reporta que la cantidad de carbono retenida en la parte aérea de una plantación en Huatusco, Veracruz, de *Bambusa oldhamii* es de 51.3 Mg/ha<sup>-1</sup>.

La importancia del presente trabajo estriba en el hecho de que el bambú es una especie que está adquiriendo auge en México, sin embargo, existe poca información y más aún sobre servicios ambientales como la captura de carbono y agua. Por lo que el objetivo de este trabajo es determinar la disponibilidad de los productores de establecer plantaciones de bambú y su interés en participar en un programa de Pago por Servicios Ambientales por captura de carbono y por captura de agua.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

Los municipios del área de estudio se encuentran localizados en la Sierra Nororiental del estado de Puebla. El municipio de Cuetzalan del Progreso se localiza en los paralelos  $19^{\circ}57'00''$  y  $20^{\circ}05'18''$  de latitud norte y los meridianos  $97^{\circ}24'36''$  y  $94^{\circ}34'54''$  longitud occidental, cuenta con una superficie de  $135 \text{ km}^2$ . Zapotitlán de Méndez espacialmente se encuentra en los paralelos  $19^{\circ} 58' 10''$  y  $20^{\circ} 01' 36''$  de latitud Norte y los meridianos  $97^{\circ} 38' 36''$  y  $97^{\circ} 44' 24''$  de longitud occidental, tiene una superficie de  $35.72 \text{ km}^2$ . El municipio de Zoquiapan con sus coordenadas geográficas en los paralelos  $19^{\circ} 58' 06''$  y  $20^{\circ} 01' 30''$  de latitud norte y los meridianos  $97^{\circ} 33'24''$  y  $97^{\circ} 37'00''$  de longitud occidental cuenta con una superficie de  $22.96 \text{ km}^2$  (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2005) (Figura 1).

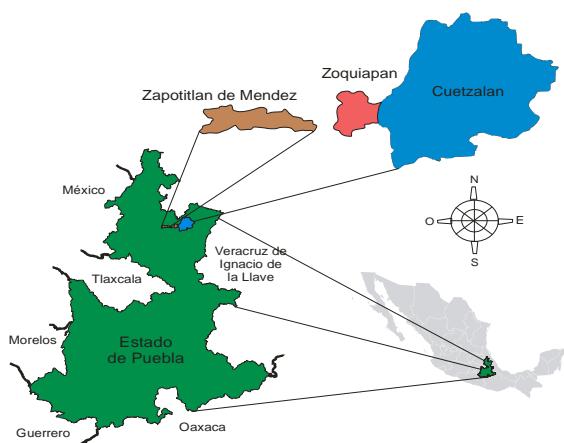


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Los municipios tienen una vegetación de bosque mesófilo de montaña o bosque de neblina. Los climas que predominan van del templado húmedo hasta el semicálido, ambos con lluvias en verano. Según Rzedowski (2006: 329-331) este tipo de ecosistemas tiene una precipitación anual promedio nunca inferior a  $1,000 \text{ mm}$  y en algunas regiones excede los  $3,000 \text{ mm}$ . Los meses secos varían de cero a cuatro meses y la temperatura varía entre  $12$  a  $23^{\circ}\text{C}$ . Los principales árboles que se encuentran son: *Quercus*, *Juglans*, *Dalbergia*, *Podocarpus*,

*Pinus*, *Abies* y *Liquidambar*; trepadoras de especies como: *Archibaccharis*, *Celastrus*, *Clematis*, *Gelsemium*, *Parthenocissus*, *Philadelphus*, *Rhus*, *Smilax* y *Vitis*; arbustos de especies como: *Oreopanax*, *Topoea*, *Fuchsia*, *Clusia*, *Juanulloa*, *Solandra*; pteridofitas de numerosas especies de *Lycopodium*, de *Selaginella*, de *Hymenophyllaceae* y de *Cyatheaceae*; musgos de los géneros: *Anomodon*, *Homalia*, *Papillaria*, *Pilotrichella*, *Porotrichum*, *Prionodon*, *Rhizogonium* y *Schloteimia*; hongos superiores de los géneros: *Amanita*, *Scleroderma*, *Schizophyllum*, *Ganoderma*, *Leotia*, *Lenzites*, *Boletus*, *Linderiella*, *Auricularia*, *Russula*, *Lactarius*, *Oudemansiella*, *Dictyopanus*, *Gyrodon*, *Psilocybe* y *Calostoma*.

El procedimiento metodológico para la construcción de esta investigación consistió en consultas a fuentes bibliográficas, recorrido de campo para identificar las principales áreas donde existe bambú y áreas potenciales al igual que la realización de encuestas a productores de bambú.

Los productores que fueron encuestados están integrados a la Cooperativa Tosepan Titataniske (Unidos Venceremos). Para conocer el número total de productores se ingresó a la base de datos del inventario regional de productores de bambú en el Municipio de Cuetzalan. Se identificaron 18 comunidades y se escogieron 10 localidades completamente al azar dentro de las cuales se encuestaron a 46 productores que tienen bambú en su predio.

Para el diseño de los cuestionarios se utilizaron términos sencillos de tal manera que los productores no tuvieran dificultad en entender y contestar las preguntas. Por ejemplo, en el caso de la expresión “captura de carbono” se manejó el equivalente “producción de aire limpio”.

Los resultados de las entrevistas fueron procesados y examinados con el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

Los municipios de la zona de estudio se caracterizan por ser predominantemente

indígenas. Datos del Segundo Conteo Poblacional 2005 (INEGI, 2008) señalan que en Cuetzalan del Progreso el 72% de los habitantes habla alguna lengua indígena, en Zoquiapan el 77.7% y en Zapotitlán de Méndez el 74.4 % habla Totonaco.

La mayoría de la población se dedica a las actividades del sector primario principalmente la agricultura donde los cultivos de gran importancia son el maíz y el frijol considerados como cultivos de autoconsumo. Con importancia económica está el café y la pimienta. Durante varios decenios, el café fue una de las fuentes de ingreso más importantes en la región, no sólo para los grandes cafetaleros sino para los medianos y pequeños productores, sin embargo la grave crisis por la que atraviesa este cultivo, debido a la caída de los precios del grano a nivel internacional ha provocado que muchos indígenas opten únicamente por cortar lo indispensable para su autoconsumo (Báez, 2004: 23.).

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El bambú está cobrando importancia económica en la región, obviamente esta oportunidad no pasa desapercibida por parte de los productores. En el figura 2 se observa un aumento de productores que están estableciendo plantas de bambú en su predio, como parte de un sistema agroforestal.

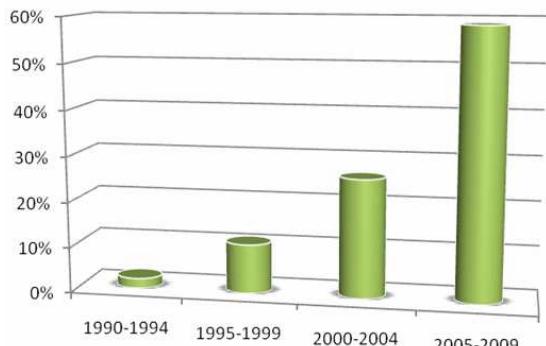


Figura 2. Porcentaje de productores.

Fuente: Elaboración propia.

Una de las razones por la cual se está dando este incremento es debido a que la Cooperativa Tosepan está impulsando el cultivo y la

comercialización del bambú. Este mismo factor incluyó para que el 52.2% de los productores sembrara bambú para su venta, mientras que el 30.4% lo tiene para uso en la construcción. Además de su rápido crecimiento, se suma una serie de características importantes como lo es su bajo costo de producción, requerimiento de pocos cuidados, poca susceptibilidad a plagas y enfermedades, turnos de aprovechamiento cortos y poco requerimiento de tecnología para trabajarla.

El promedio de plantas de bambúes que tiene un productor es de 25.5 en una hectárea; el mayor número de plantas que se localizó fue de 200, siendo utilizada como barrera viva; la cantidad mínima fue de una planta por hectárea.

El bambú cumple con dos funciones diferentes de acuerdo a su distribución dentro del sistema productivo, puede servir como barrera viva y brindar sombra al cultivo de café (ver Figura 3). Al respecto se encontró que el 93.4% de los productores siembra bambú como árboles de sombra para los cafetales y el 6.6% lo utiliza como cerco vivo. El propósito de usar el bambú como barrera viva es la de proteger al cultivo principal libre de químicos, normalmente los productores usan distanciamientos cortos (1 a 4 m entre planta) con el objetivo de tener plantas muy cercanas y mantener el follaje lo más adherido posible. Si el propósito es brindar sombra a los cafetos el distanciamiento usado es de 10 m entre cada planta.



Figura 3. *Bambusa oldhamii*. a) Como barrera viva y b) En un sistema agroforestal.

Para un crecimiento óptimo el bambú necesita de ciertas actividades silviculturales. En este sentido se encontró que el 63% de los entrevistados no preparó adecuadamente su terreno, sin embargo, en labores de

mantenimiento el 60.9% realiza aclareos. De este porcentaje el 32.6% lo hace dos veces al año, y en lo que concierne al control de malezas el 58.7% lo ejecuta, dentro de la cual el 23.9% cumple con esta actividad en un período de dos veces al año (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características silviculturales del bambú (*Bambusa spp.*)

Características	Número de Productores	Mínima	Máxima	Promedio
Núm. Plantas/ha	46	1	200	25.52
Espaciamiento (m)	31	1	10	5.15
Podas/aclareo	28	1	5	1.86
Control de malezas	27	1	5	2.67

Debido a que los productores trabajan con cafetales orgánicos, no utilizan fertilizantes químicos para el cuidado de las plantas de bambú. La materia orgánica juega un papel muy importante en el mantenimiento y conservación de nutrientes en el suelo. Juárez *et al.*, (2007: 230) comentan que la materia orgánica sirve como fuente de energía y nutrientes para organismos descomponedores, y otros factores de regulación como la temperatura y la humedad, integrándole al suelo características que la identifican como una entidad viva. En este caso, el 87% de los productores dejan las hojas secas del bambú en el suelo para su degradación y obtener así productos orgánicos, y de esta manera darle un valor agregado a los mismos.

Obviamente, la falta de información y conocimiento acerca del manejo adecuado para la producción del bambú reduce significativamente el potencial que tienen las especies para su desarrollo. Al respecto, el 69.6% de los entrevistados no ha recibido ningún tipo de asistencia técnica para manejar su plantación, mientras que el resto recibe información básica del manejo del bambú principalmente de la Cooperativa Tosepan.

En la zona de estudio las especies más abundantes son la *Guadua aculeata*, *Bambusa vulgaris* y *Bambusa oldhamii*, estas dos últimas son especies introducidas. Es importante señalar que el 84.8% de los entrevistados conocen estas

especies como “tarro”, y el 15.2% los identifica por su nombre científico. La especie más utilizada para cultivo es la *B. oldhamii*, mientras que las otras dos están en menores proporciones. Cabe señalar que a los productores les conviene tener *G. aculeata* porque su precio es más

elevado en el mercado, aún así optan por no plantarla ya que es espinoso, y esto dificulta el manejo de esta especie.

Al cuestionar a los productores si consideran al bambú como una buena opción para ganar dinero, el 91.3% contestó que sí, esto reafirma por qué el número de productores va en aumento.

En el área de estudio las condiciones climáticas han variado, el 34.8% de las personas entrevistadas opina que hay un incremento en la precipitación y 32.6% comenta que han subido los niveles de temperatura. El 69.5% consideran que estos cambios se deben principalmente a la contaminación y a la sobreexplotación de los bosques; 8.5% desconoce las causas y el 6.5% dijo “así lo quiere Dios”.

Uno de los principales fenómenos climatológicos que tienen presencia de manera más continua son los huracanes, que en los últimos años han incrementado su poder destructivo, dañando en gran parte los cultivos que existen en la región y como consecuencia ocasionando una disminución en la producción, mermando aún más las condiciones socioeconómicas de los campesinos. Una de las actividades que los productores creen que es conveniente realizar para disminuir los efectos de este fenómeno es la reforestación y el cuidado de los árboles. En este sentido el 93.5% coincide que ha disminuido la

vegetación en su comunidad; de este porcentaje, el 50% concuerda que la principal causa es el cambio de uso de suelo.

Por tal motivo el 76.1% explican que antes existía más agua de buena calidad y el 84.4% define que la problemática para obtener agua a aumentado. Al cuestionar a los productores cuál sería el impacto que provocaría el sobreaprovechamiento de los bosques, el 28.3% mencionó que traería como consecuencias la erosión del suelo y disminución de agua, y un porcentaje menor dijo que ocasionaría deslaves, pérdidas humanas y mayor contaminación. Tienen una noción de las causas que originan la contaminación del aire y, en este sentido, el 95.7% coincide que la combustión es una de las principales fuentes de emisión.

Los beneficios que nos ofrecen los bosques, no sólo son una fuente de recursos maderables, sino también son los principales sitios en donde se capta el agua y se produce el oxígeno que respiramos; se conservan las cadenas alimenticias a través de la diversidad biológica; se suministran alimentos, combustibles, medicinas, materiales de construcción; además, son considerados como sitios turísticos y de recreación escénica, y generadores de importantes fuentes de ingreso económico (Contreras, 2005). Al respecto, los productores comentan que los bosques nos ofrecen diversos beneficios; el 41.3% destaca que nos ofrecen aire de buena calidad y el 15.2% estuvo de acuerdo que son buenos captadores de agua.

Al preguntar a los encuestados si han escuchado hablar acerca de Servicios Ambientales el 32.6% dijo que sí, y de este porcentaje solamente el 6.5% sabe que el servicio ambiental por captura de agua y captura de carbono son pagados. La mayoría sabe que el bambú tiene la capacidad de retener el suelo, captura agua y genera aire limpio. De la misma manera se les interrogó si conocen las instituciones que apoyan al Programa de Pagos por Servicios Ambientales, el 10.9% contestó afirmativamente.

Los servicios ambientales más conocidos de los bosques son la protección de las cuencas hidrológicas, la recreación y la belleza del

paisaje. Muchos de estos valiosos servicios no se intercambian en el mercado y, por lo tanto, no son tomados en cuenta cuando se toman decisiones relacionadas con la administración de los bosques (Bishop y Landell-Mills, 2003). Los servicios ambientales ni se transforman ni se gastan en el proceso de utilización del consumidor, ésta es su característica principal que los distingue de los bienes ambientales, utilizados como insumos en los sistemas productivos, en cuyo proceso se transforman y se agotan.

Para poder identificar el nivel de conocimiento que tienen los productores en relación a la captura de carbono y al pago del mismo, las preguntas diseñadas para tal propósito mostraron los siguientes resultados.

El 89.1% de los productores sabe que los árboles son los que generan aire limpio, es decir, capturan carbono; en contraste el 93.5% no ha recibido ningún tipo de información acerca del pago por servicios ambientales por captura de carbono, sin embargo, la inmensa mayoría (95.7%) de los entrevistados están interesados en participar en un programa de captura de carbono; consideran que puede ser una alternativa económicamente viable para mejorar su calidad de vida.

El 82.6% de los productores piensan que las siguientes especies de árboles son las que generan aire limpio: cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), chalahuite (*Inga spuria*), y bambúes (*Bambusa aculeata*, *Bambusa oldhamii* y *Bambusa vulgaris*). La visión de los productores es que solamente los árboles grandes son los que brindan el servicio de captura de carbono.

Al preguntarles si están de acuerdo en cobrar por el servicio ambiental de captura de carbono a través del bambú, el 65.2% dijo que sí cobraría, el 28.3% no sabe cuánto y finalmente el 6.5% no le daría un valor económico porque consideran que es un bien común y no debe venderse.

La mayoría de los productores manifiesta interés en ampliar sus cultivos de bambú debido a su valor económico y protección al cafetal, sin

embargo, el 87% dijo no estar dispuesto a tener una plantación únicamente de bambú. Esto demuestra que los productores prefieren un sistema diversificado que genere diferentes productos y así disminuir sus riesgos económicos. En tales condiciones es menos probable que se vean seriamente afectados por los factores externos como políticas de gobiernos, la inestabilidad en los mercados y los costos de producción.

En México, el uso del agua se destina a la agricultura en un 77% (lo que equivale alrededor de 60.6 millones de  $m^3$ ), al abastecimiento público 14% (11.1 millones de  $m^3$ ), a la industria autoabastecida 4% (3.1 millones de  $m^3$ ), y finalmente con un 5% (4.1 millones de  $m^3$ ) a termoeléctricas (CONAGUA, 2008). Al preguntarles a los productores cual es la importancia que le dan al agua, se obtuvo que para el 84.8% es de gran utilidad, al mismo tiempo se les cuestionó el uso que le dan al agua de lluvia, de esto el 60.9% la utiliza para uso doméstico, el 23.9% para uso agrícola y el porcentaje restante no la utiliza. El agua es un recurso vital para la vida y soporte del desarrollo económico y social de cualquier país del mundo, fundamental para los ecosistemas y requisito para la sustentabilidad del medio ambiente y su biodiversidad, así como del valor que ha estado tomando, en este caso, el pago por servicios ambientales hídricos.

Al cuestionar a los productores si están de acuerdo a participar en el Pago por Servicios Ambientales Hídricos, el 89.1% contestó que sí, por tal razón están dispuestos a ampliar su plantación de bambú para poder participar en este programa y así tener acceso a estos beneficios económicos.

En México existen pocos trabajos sobre la estimación de la captura de agua en zonas arboladas, por la misma razón de la escasa información que existe acerca de este tipo de programas, un 93.5% de los productores desconoce qué son los servicios ambientales hídricos.

Para acceder al programa de PSA, los documentos del proyecto deberán estar

elaborados atendiendo las disposiciones señaladas en los términos de referencia según el concepto de apoyo. En el caso específico de los servicios hidrológicos el monto de apoyo para la asistencia técnica es de 410, 750 y 1,080 smvdf (salario mínimo vigente para el Distrito Federal) por hectárea para los bosques mesófilo, bosque de encinos y para bosques y selvas respectivamente. Para personas físicas la superficie mínima de apoyo es de 100 ha con una máxima de 200 ha, para personas morales es de 200-3,000 ha. En proyectos de secuestro de carbono el monto de apoyo para asistencia técnica es de 2950 smvdf para superficies de 500 a 1500 ha, 3550 smvdf para superficies de 1501 a 3000 ha y 4150 smvdf para superficies mayores de 3000 ha. El proyecto podrá ser realizado por un prestador de servicios técnicos o asesor que cuente con los conocimientos necesarios para realizar el documento (CONAFOR, 2009).

## CONCLUSIONES

El bambú es considerado como un producto forestal no maderable que en los últimos años ha generado ingresos, tanto como materia prima, como también agregándole valor e innovación en los mercados. Además de generar ingreso a las familias rurales, también favorece la sostenibilidad del bosque, la biodiversidad y otras necesidades ambientales. En este sentido, el cultivo del bambú es una nueva alternativa que están adoptando los cafetaleros de la Sierra Nororiental de Puebla como parte de la diversificación de su predio.

Se aprecia un notable aumento de personas que están empezando a cultivar esta especie, con la principal finalidad de venderla. Aunado a esto se encuentran otros beneficios difíciles de medir como son la obtención de materia orgánica, sombra y protección al cafetal.

Uno de los problemas que afrontan es la falta de asesoría en el manejo del cultivo del bambú. Se recomienda mejorar el programa de capacitación acerca de los aspectos básicos del manejo del bambú y políticas más eficientes de difusión en regiones con potencial para el crecimiento del bambú.

La mayoría de los productores está de acuerdo en participar en un programa de pago por servicios ambientales y en lo posible aumentar la superficie cultivada con bambú. Sin embargo, es importante resaltar que no están dispuestos a tener una plantación exclusiva de bambú. Por tal motivo, la propuesta que se hace a los productores es que participen en un programa de PSA pero bajo la modalidad de sistemas agroforestales. Es claro que para lograr un proyecto de este tipo se requiere de la organización de los productores, sin embargo, la falta de información es un factor limitante. Es necesaria la difusión del sistema PSA a las organizaciones campesinas y sobre todo en las regiones con alta diversidad de flora y fauna.

Lo principal es que una organización pueda desarrollar un proyecto o programa de esta naturaleza, especialmente cuando los beneficiarios van a ser las comunidades. Paralelamente se obtienen otros beneficios que generan otras externalidades positivas como el mejoramiento de la salud (al obtener agua de buena calidad y disminuir el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua contaminada), la provisión de un espacio para la recreación, y la generación de aire limpio, entre muchas otras.

#### Agradecimientos

Al Colegio de Postgraduados *Campus Puebla*, a la Cooperativa Tosepan Titataniske y a todas las personas que colaboraron para la realización de esta investigación.

#### LITERATURA CITADA

- Báez, L. 2004. **Nahuas de la Sierra Norte de Puebla. Pueblos indígenas del México contemporáneo.** CDI: PNUD. México. 39 p.
- Bishop, J. y Landell-Mills., N. 2003. **Los servicios ambientales de los bosques: información general.** En Pagiola, S., Bishop, J. y Landell-Mills, N. (Eds.), *La venta de servicios ambientales forestales* (pp. 43-76). México: SEMARNAT-INE-CONAFOR.
- Castañeda M., A., J. Vargas H., A. Gomes G., J. I., Valdez H. y H. Vaquera H. 2005. **Acumulación de carbono en la biomasa aérea de una plantación de *Bambusa oldhamii*.** *Agrociencia.* Vol. 39 (001), 107-116.
- CATIE. 2004. **Guadua-Bamboo. Investigación para el manejo y el mercadeo sostenible del Bamboo en Costa Rica y Colombia.** Obtenida el 19 de Octubre de j2008. (En línea). Disponible en <http://web.catie.ac.cr/guadua/default.asp>
- CONAFOR. 2004. **La experiencia en México en el pago por Servicios Ambientales Hidrológicos y el Fondo Forestal Mexicano.** Obtenida el 20 de Octubre de 2008, de [www.ifad.org/events/gc/27/side/presentation/conafor.ppt](http://www.ifad.org/events/gc/27/side/presentation/conafor.ppt)
- CONAFOR. 2008. **Servicios ambientales: ¿qué son?** Obtenida de 13 de Noviembre de 2008. (En línea). Disponible en [http://www.conafor.gob.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=95&Itemid=146](http://www.conafor.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=95&Itemid=146)
- CONAFOR. 2009. **Reglas de operación de ProÁrbol 2009.** Obtenida de 27 de Octubre 2008. (En línea). Disponible en <http://www.conafor.gob.mx>
- CONAGUA. 2008. **Estadística de agua en México 2008.** 1ra. Edición. México: SEMARNAT.
- Contreras M., F. J. 2005. **El pago por servicios ambientales: una reconciliación con la naturaleza.** *México Forestal.* Consultado el 22 de Octubre de 2008, de [www.mexicoforestal.gob.mx/editorial.php?id=5&laPublicacion=5](http://www.mexicoforestal.gob.mx/editorial.php?id=5&laPublicacion=5)
- Cortés R., G. 2000. **Los bambúes nativos en México (30).** Consultado el 17 de Octubre de 2008. (En línea). Disponible en [www.conabio.gob.mx/otros/biodiversitas/docs/pdf/biodiv30.pdf](http://www.conabio.gob.mx/otros/biodiversitas/docs/pdf/biodiv30.pdf)
- De Jong H.J., B., Tipper, R. y Soto P., L. 2005. **Proyecto Scolel Té: la participación de las comunidades rurales en el mercado internacional de venta de carbono.** Obtenida el 10 de Octubre de 2008. (En línea). Disponible en <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/437/scolelte.html>
- Deras, J. E. 2003. **Ánalisis de la Cadena Productiva del Bambú en Costa Rica.** Tesis de Postgrado. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Obtenida el 16 de Octubre de 2008. (En línea). Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0148E/A0148E.PDF>
- FAO. 2007. **Situación de los bosques del mundo 2007.** Obtenida el 17 de Noviembre de 2008, de <http://www.fao.org/forestry/127337/127337.htm>

- <http://www.fao.org/docrep/009/a0773s/a0773s00.htm>
- González de los S., J. 2007a. **Manual de producción de bambú.** Obtenida el 20 de Octubre de 2008. (En línea). Disponible en [www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/56148.235.138.1327-07-2007MANUAL%20DE%20PRODUCCION.pdf](http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/56148.235.138.1327-07-2007MANUAL%20DE%20PRODUCCION.pdf)
- González de los S., J. 2007b. **Monografías del bambú.** Obtenida el 20 de Octubre de 2008. (En línea). Disponible en [www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/845148.235.138.1327-07-2007MONOGRAFIA.pdf](http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/845148.235.138.1327-07-2007MONOGRAFIA.pdf)
- INE. 2006. **México Tercera Comunicación ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.** México: SyG editores.
- INEGI. 2008. **II Conteo de Población y Vivienda, 2005. Datos tabulados.** Obtenida el 16 de Octubre de 2008. (En línea). Disponible en [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2005. **Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Puebla.** Obtenida el 6 de Noviembre de 2008. (En línea). Disponible en <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/puebla/index.html>
- IPCC. 2007. **Cambio climático 2007: Informe de síntesis.** Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Core Writing Team, Pachauri, R.K, Reisinger, A. y Equipo principal de redacción (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 30 págs.
- Juárez D., R., Fragoso C. G., Turrent F., A., Sandoval C., A., Ferreras C., R., Ocampo F. I. y Ocampo M., J. 2007. **Manejo de la diversidad biológica del suelo en sistemas agroforestales.** En López Olgín, J. F., Aragón García, A. y Tapia Rojas, A.M. (Comp.), Avances en Agroecología y Ambiente. Vol. 1 (pp. 227-249). Puebla, México: BUAP.
- Londoño P., Ximena. 2002. **Distribución, Morfología, Taxonomía, Anatomía, Silvicultura y Usos de los Bambúes del Nuevo Mundo.** Consultado el 16 de Octubre de 2008, Universidad Nacional de Colombia. (En línea). Disponible en <http://www.maderinsa.com/guadua/taller.html>
- Ordoñez, C., V.R. 1999. **Perspectivas del bambú para la construcción en México.** *Madera y Bosques.* Vol. 5 (1), 3-12.
- Pagiola, S. y Platais, G. 2002. **Pago por servicios ambientales (3).** Obtenida el 19 de Octubre de 2008. (En línea). Disponible en <http://siteresources.worldbank.org/INTRANETENVIRONMENT/2145781150749140699/20965801/EnvStrategyNote3Spanish2002.pdf>
- Rzedowski, J. 2006. **Vegetación en México.** 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- SEMARNAT. 2008. **El pago por servicios ambientales ha beneficiado a miles de comunidades que viven en los bosques.** Comunicado de prensa Núm. 187/08. Obtenido el 19 de Octubre de 2008. (En línea). Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/saladeprensa/bol/etindeprensa/Pages/Bol%202008%20187.aspx>.
- Torres, J. M y Guevara, A. 2002. **El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico.** *Gaceta Ecológica. Instituto nacional de ecología.* Número 063, 40-59.
- Nelsson Pérez García**  
Estudiante de licenciatura en Ingeniería Forestal con énfasis en Silvicultura de la Universidad Autónoma Indígena de México. Correo electrónico: [nperez@hotmail.com](mailto:nperez@hotmail.com)
- Manuel Rueda González**  
Estudiante de licenciatura en Ingeniería Forestal con énfasis en Silvicultura de la Universidad Autónoma Indígena de México. Correo electrónico: [m\\_rueda83@hotmail.com](mailto:m_rueda83@hotmail.com)
- Gustavo Enrique Rojo Martínez**  
Doctor en Ciencias Forestales por el Colegio de Postgraduados *Campus Montecillo*, Estado de México. Maestro en Ciencias en Ciencias Forestales por la Universidad Autónoma Chapingo. Ingeniero Agrícola especialista en Agroecosistemas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor Investigador en el Programa Forestal y Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACYT – México.** Correo electrónico: [grojomtz@yahoo.com.mx](mailto:grojomtz@yahoo.com.mx)
- Rosa Martínez Ruiz**  
Doctora en Ciencias en Biotecnología Forestal por el Colegio de Postgraduados *Campus Montecillo*, Estado de México. Maestra en Ciencias en Ciencias Forestales por la Universidad Autónoma Chapingo. Ingeniera Agrícola especialista en Agroecosistemas

por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesora Investigadora en el Programa Forestal y Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México. Correo electrónico: ruizrosa@yahoo.com.mx

**Benito Ramírez Valverde**

Ph. D. Estudios Latinoamericanos, Tulane University. Nueva Orleans, E.U.A. Maestro en Estudios Latinoamericanos, Tulane University, Nueva Orleans, E.U.A. y Maestro en Ciencias en Estadística por el Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Estado de México, México. Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia por la Universidad Autónoma Chapingo, México. Profesor Investigador

Adjunto del Colegio de Posgraduados *Campus* Puebla. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACYT-México.** Correo electrónico: bramirez@colpos.mx

**José Pedro Juárez Sánchez**

Doctor en Geografía por la Universidad de Barcelona, España. Maestro en Ciencias del Programa de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional por el Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla-Méjico. Licenciado en Administración Pública por la Universidad Autónoma de Puebla, México. Profesor Investigador Asociado del Colegio de Postgraduados. *Campus* Puebla. Correo electrónico: pjuarez@colpos.mx