



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA
REGIONAL

CONTRIBUCIÓN DE *Bambusa* spp. AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN CAMPESINA EN LA SIERRA NOR ORIENTAL DE PUEBLA, MÉXICO

JUAN FRANCISCO AGUIRRE CADENA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2018



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

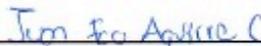
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CAMPUE-43-2-03

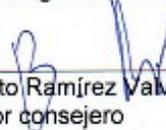
CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe **Juan Francisco Aguirre Cadena**, alumno de esta institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Consejero **Dr. Benito Ramírez Valverde**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Contribución de bambusa spp. al sistema de producción campesina en la Sierra Nor Oriental de Puebla, México**, y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la institución, el profesor consejero y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta institución.

Puebla, Puebla, 12 de septiembre de 2018.



Juan Francisco Aguirre Cadena



Vo. Bo. Dr. Benito Ramírez Valverde
Profesor consejero

La presente tesis, titulada: **Contribución de Bambusa spp. al sistema de producción campesina en la Sierra Nor Oriental de Puebla, México**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:


DR. BENITO RAMÍREZ VALVERDE

ASESOR:


DR. JORGE CADENA INIGUEZ

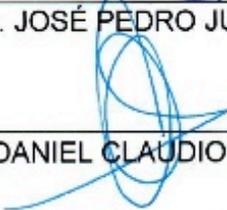
ASESOR:


DRA. LAURA CASO BARRERA

ASESOR:


DR. JOSÉ PEDRO JUÁREZ SÁNCHEZ

ASESOR:


DR. DANIEL CLAUDIO MÁRTINEZ CARRERA

Puebla, Puebla a 12 de septiembre del 2018.

CONTRIBUCIÓN DE *Bambusa* spp. AL SISTEMA DE PRODUCCIÓN CAMPESINA EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA, MÉXICO

Juan Francisco Aguirre Cadena

Colegio de Postgraduados, 2018

Los bambúes pertenecen a la familia botánica de las gramíneas, en América existen 435 especies nativas, de las cuales 46 se encuentran en México. En Puebla, el sistema productivo de bambú se da en la Sierra Nor-Oriental, donde existen especies nativas e introducidas, las cuales dependiendo el sistema de producción se les da múltiples usos. El objetivo de la investigación fue conocer la importancia del bambú (*Bambusa* spp.), manejo campesino e indígena, incorporación de tecnología, nuevas variedades, formas de aprovechamiento, y la contribución ambiental para las familias campesinas e indígenas de la Sierra Nor Oriental de Puebla. Para lo anterior, se estimó la capacidad de captura de carbono del bambú, posibilidades de consumo, se identificaron los sistemas de producción y se analizaron los aspectos sociales de la producción de bambú. La metodología para estimar el carbono secuestrado por el bambú se realizó mediante la relación diámetro, altura y año del culmo. La cantidad de ácido cianogénico en brotes de bambú para consumo humano se realizó por una técnica de cuantificación de glucósidos cianogénicos; para la identificación del sistema de producción se aplicaron encuestas a productores que tuvieran relación con el sistema bambú. La biomasa aérea total estimada en la plantación de *B. oldhamii* Munro fue de 103 403 48Mgha⁻¹, la biomasa aérea total estimada en la plantación de *G. angustifolia* Kunth es 47 665 11Mgha⁻¹. El contenido de HCN es más alto en brotes crudos y, disminuyó notablemente con los tiempos de cocción. En la sierra Nor-Oriental, los usos de bambú se dan de acuerdo al sistema productivo al que pertenezcan; el sistema comercial con capacidad económica y el sistema familiar con plantas de traspatio y lo utilizan principalmente para arreglos en el hogar y construcción. Se concluye que el bambú es una alternativa de producción y consumo para productores de escasos recursos de la Sierra Nor-Oriental de Puebla.

Palabras clave: captura de carbono, brotes bambú, consumo, pobreza

CONTRIBUTION OF *Bambusa* spp. TO THE PEASANT PRODUCTION SYSTEM IN THE NORTHWEST SIERRA OF PUEBLA, MEXICO.

Juan Francisco Aguirre Cadena
Colegio de Postgraduados, 2018

Bamboos belong to the botanical family of grasses, in America there are 435 native species, of which 46 species are found in Mexico. In Puebla, the production system of bamboo occurs in the northwest sierra, where there are native and introduced species, which depending on the production system are given multiple uses. The objective of the research was to know the importance of bamboo (*Bambusa* spp.), Peasant and indigenous management, incorporation of technology, new varieties, forms of use, and the environmental contribution for peasant and indigenous families of the northwest of Puebla. For this, the carbon capture capacity of the bamboo was estimated, consumption possibilities, production systems were identified and the social aspects of bamboo production in the northwest sierra were analyzed. The methodology for estimating the carbon sequestered by the bamboo was carried out through the relation diameter, height and year of the culm. The amount of cyanogenic acid in bamboo shoots for human consumption was made by a quantification technique of cyanogenic glycosides; for the identification of the production system, surveys were applied to producers that were related to the bamboo system. The total aerial biomass estimated in the plantation of *B. oldhamii* Munro was 103 403 48Mgha⁻¹, the total aerial biomass estimated in the plantation of *G. angustifolia* Kunth is 47,665 11Mgha⁻¹. The content of HCN is higher in raw culms and, decreased significantly with cooking times. In the northwest sierra, the uses of bamboo are given according to the productive system to which they belong; the commercial system with economic capacity and the family system with backyard plants and they use it mainly for home and construction arrangements. It is concluded that bamboo is an alternative for production and consumption for low-income producers in the northwest sierra of Puebla.

Keywords: bamboo, carbon capture, bamboo shoots, consumption, poverty

DEDICATORIA

A mi esposa, no tengo palabras para agradecer tanto amor y apoyo, iniciamos este proceso siendo dos, y terminamos tres, nunca podré agradecer tanta felicidad, eres mi mejor deseo y lo único que necesito.

A mis padres y hermana, por estar siempre a mi lado, por todo el apoyo que me han brindado, son sin duda, la cosa más maravillosa para continuar viviendo.

A mi hija Inés, tu llegada me enseñó que el amor es indescriptible, eres lo más hermoso que estos ojos han conocido, gracias por elegirme como tu padre, es un honor y privilegio digno de mencionarse.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, gracias a su apoyo concluí mis estudios.

Al Dr. Jorge Cadena Iñiguez, gracias por toda la confianza con la que siempre me trataste, y por la ayuda brindada en todo momento.

Al Dr. Benito Ramírez, por todo el apoyo que me dio durante mi proceso, gracias a ti, cambio mi forma de pensar y de ver la vida en muchos aspectos, gracias por tanta ayuda y conocimiento, eres de la familia.

A mi consejo particular, Dr. José Pedro Juárez Sánchez, Dra. Laura Caso Barrera, Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera, por ayudarme en todo momento con mi trabajo de tesis, sus facilidades y amistad brindada fueron esenciales para terminar este proyecto.

A la fundación Produce Puebla, quienes me ayudaron en mi desarrollo profesional, y me otorgaron las facilidades para trabajar.

CONTENIDO

| | Página |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN GENERAL | 1 |
| Bambú en el mundo..... | 2 |
| Bambú en México..... | 3 |
| Referencias..... | 6 |
| | |
| CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 8 |
| Problema de investigación..... | 8 |
| Objetivo General..... | 9 |
| Objetivos Específicos..... | 9 |
| Hipótesis..... | 10 |
| | |
| CAPÍTULO II. Biomasa y carbono en <i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Bambusa oldhamii</i> Munro en dos comunidades de la sierra Nor oriental de Puebla, México | 11 |
| Abstract..... | 11 |
| Introducción..... | 12 |
| Materiales y métodos..... | 13 |
| Tamaño de muestra y variables..... | 13 |
| Resultados..... | 15 |
| Discusión..... | 18 |
| Resumen..... | 20 |
| Referencias..... | 21 |
| | |
| CAPÍTULO III: Posibilidades del bambú (<i>guadua angustifolia</i> kunth) para la alimentación humana en la sierra nor oriental de puebla, méxico | 25 |
| | |
| Resumen..... | 25 |
| Abstract..... | 27 |
| Introducción..... | 28 |

| | |
|--|-----------|
| Materiales y métodos..... | 32 |
| Análisis de Tejido Vegetal..... | 33 |
| Resultados y Discusión..... | 34 |
| Conclusiones..... | 40 |
| Referencias..... | 41 |
| | |
| CAPÍTULO IV Sistemas de producción de bambú (<i>Guadua angustifolia</i> Kunth y <i>Bambusa oldhamii</i> Munro) en la Sierra Nor Oriental de Puebla, México..... | 45 |
| Resumen..... | 45 |
| Abstract..... | 46 |
| Introducción..... | 47 |
| Materiales y métodos..... | 51 |
| Resultados y Discusión..... | 52 |
| Conclusiones..... | 61 |
| Referencias..... | 62 |
| | |
| CAPÍTULO V: Bambú (<i>Bambusa</i> spp.) y sus productores, estudio en tres municipios de la sierra Nor Oriental de Puebla, México | 66 |
| Resumen..... | 66 |
| Abstract..... | 68 |
| Introducción..... | 69 |
| Materiales y métodos..... | 72 |
| Resultados y Discusión..... | 73 |
| Conclusiones..... | 82 |
| Referencias..... | 83 |
| CONCLUSIONES GENERALES..... | 86 |
| ANEXOS..... | 88 |

LISTA DE CUADROS

CAPÍTULO II

- Cuadro 1.** Constantes, parámetros y valores de R2 para las ecuaciones de biomasa aérea total de *B. oldhamii* Munro, *G. angustifolia* Kunth..... 14
- Cuadro 2.** Promedios de los culmos de *Bambusa oldhamii* Munro en cuatro cohortes en Teziutlán Puebla, México..... 17

CAPÍTULO III

- Cuadro 1.** Concentración de Ácido cianogénico expresado en ppm en distintos tiempos de hervor en brotes de bambú de *G. angustifolia* Kunth de la Sierra Nor Oriental de Puebla..... 35
- Cuadro 2.** Análisis Bromatológico de brotes de *Guadua angustifolia* procedentes de la Sierra Nor Oriental de Puebla, México..... 36
- Cuadro 3.** Variación en el contenido nutrimental de brotes de *G. angustifolia* cosechados en la Sierra Nor Oriental de Puebla..... 38

CAPÍTULO IV

- Cuadro 1.** Manejo de *B. Oldhamii* en productores comerciales de la Sierra Nor Oriental de Puebla 54
- Cuadro 2:** Características de corte de tallos para venta..... 55
- Cuadro 3.** Precio de venta de producción de plantaciones comerciales de bambú.. 55
- Cuadro 4.** Principales diferencias de manejo, corte y usos del cultivo de bambú en la Sierra Nor Oriental de Puebla..... 57
- Cuadro 4.** Consideraciones de productores comerciales y familiares del cultivo de bambú en la Sierra Nor Oriental de Puebla..... 59

CAPÍTULO V

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Frecuencia de alguna especie de bambú registrada en México de acuerdo al herbario MEXU..... | 75 |
| Cuadro 2. Grado de marginación de las localidades donde se encontró alguna especie de bambú..... | 76 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Distribución de los culmos de *Bambusa oldhamii* Munro (A), en Rancho la soledad, y *Guadua angustifolia* Kunth (B) en Rancho el Bambusal, Puebla, México..... 15
- Figura 2.** Relación del diámetro y biomasa de *Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa oldhamii* Munro en plantaciones forestales de Puebla, México..... 16
- Figura 3.** Diámetro y altura de los culmos de *Bambusa oldhamii* en los últimos cuatro años, en plantaciones ubicadas en Teziutlán Puebla, México 18

CAPÍTULO III

- Figura 1.** Contenido de nutrientes en brotes de *G. angustifolia* Kunth bajo diferentes tiempos de cocción en agua..... 39
- Figura 2.** Contenido de nutrientes en brotes de *G. angustifolia* Kunth bajo diferentes tiempos de cocción en agua..... 39

CAPÍTULO IV

- Figura 1.** Plantación comercial de *Bambusa Oldhamii* en el municipio de Hueytamalco, Puebla..... 53
- Figura 2.** Cerco hecho de bambú en una escuela de Cuetzalan del Progreso.. 58
- Figura 3.** Ventanas hechas con tejido de bambú en una escuela rural en el municipio de Cuetzalan del Progreso..... 59

CAPÍTULO V

- Figura 1.** Distribución de distintas especies de bambú en México, de acuerdo al herbario MEXU..... 74

INTRODUCCIÓN GENERAL

La aparición del concepto de Desarrollo Sostenible se remonta a la presentación, en 1987, del informe Brundtland, a partir de este momento, los discursos institucionales se ven impregnados del mismo, pretendiendo indicar una declaración de intenciones dentro del ámbito del Medio Ambiente.

El desarrollo sostenible (DS) se ha propuesto como un paradigma que requiere profundas transformaciones sociales, económicas y ambientales al modelo de capitalismo neoliberal, de tal manera que conserve el capital natural para el usufructo y bienestar de las generaciones presentes y futuras. Hay consenso mundial por alcanzar el DS (Adams, 2006) y una demanda de desarrollo del enfoque en problemas relacionados al cambio climático, los energéticos, los alimentos y el crecimiento de la población, junto con el desarrollo de sistemas de producción múltiple y las conservaciones de bienes y servicios ecosistémicos (Bennett y Balvanera, 2007; MacDonald, 2008). Autores como Gallopín (2001), mantienen el concepto de DS muy distinto a la sostenibilidad, ya que en sentido de la palabra desarrollo apunta claramente a la idea de cambio gradual y direccional.

Cada vez es más evidente que la búsqueda de la sostenibilidad y desarrollo sostenible exige integrar factores económicos, sociales, culturales, políticos, y ecológicos (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo 1992; Gallopín, 2001; Kates et al., 2001). Pese a la complejidad del concepto de sostenibilidad, aplicando un enfoque sistémico es posible discernir algunas de sus características fundamentales y de carácter más general. La sostenibilidad se define como la capacidad del sistema ecológico para proveer de bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas actuales sin comprometer su aprovisionamiento futuro (La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; United Nations Environment Programme; World Wildlife Fund 1991). Entonces, la capacidad de un sistema ecológico está en función de las relaciones que los humanos establecen entre sí (dimensión social), de la interacción ser humano–naturaleza y de la transformación hecha en la naturaleza con los instrumentos y tecnología (dimensión económica), y de la capacidad de la naturaleza

para desarrollarse y recuperarse de la acción humana (dimensión ambiental).

La consideración de la sostenibilidad como un paradigma permite aceptarlo como una eficiente interpretación de un proceso complejo para desarrollar un marco teórico que reconoce las tendencias sociales, económicas y ambientales de un sistema. Se requiere evolucionar del marco discursivo hacia el cuantitativo y operativo, para conducir el desarrollo sostenible de manera precisa, con base en el conocimiento de las variables que induzcan las transformaciones sociales, económicas y ambientales requeridas. Según Kates *et al.* (2001), la ciencia de la sostenibilidad no es de naturaleza disciplinaria, ni de ciencias sociales, ni naturales, es integradora y transdisciplinaria y los métodos, enfoques y conceptos están en elaboración. Así, hay que inventar nuevos esquemas y unidades para constituir la sostenibilidad alrededor de las dimensiones ambientales, sociales y económicas (Spencer y Swift, 1992; Van Hauwermeiren, 1998); se debe desarrollar una estructura determinada para presentar su investigación (Judziewicz, 1999) o ajustarla a los formatos existentes.

Bambú en el mundo

La historia del uso del bambú se remonta al comienzo de la civilización en el Asia (Cortés, 2008). Sin embargo, investigaciones actuales nos han dado a conocer, que el bambú no es sólo de Asia, sino que también los hay en América, África y Oceanía; el hecho de que la mayoría de las especies de bambú se encuentren en Asia, ha creado la falsa creencia de que los bambúes son asiáticos. En otra perspectiva, diversos autores sostienen que la planta tuvo su origen en la era Cretácea, un poco antes de la iniciación de la Terciaria, cuando el hombre apareció.

El hombre y el bambú han estado estrechamente ligados en China desde tiempos prehistóricos, lo que se demuestra en el hecho de que uno de los primeros radicales o elementos de la ideografía china que existieron, fue un dibujo del bambú, constituido por dos tallos con ramas y hojas que se denominó CHU. Como es sabido, el ideograma estuvo originalmente basado en la representación pictórica de objetos para los cuales la lengua hablada tenía nombres, lo que posteriormente evolucionó con la invención de las letras o caracteres chinos atribuida a Ts'ang Chi, ministro de Huang Ti en el año 2,600

a.C (Cortés, 2000).

El bambú es quizá de los vegetales más viejos del planeta, (Guzmán et al., 2005). son plantas muy antiguas, rústicas y, sobre todo, muy atípicas. El bambú ha inspirado mitologías y simbologías. Es extraordinariamente útil, habiéndose descrito más de 1,500 usos y utilidades, muy válida en el pasado y con muchas posibilidades en el futuro. Por su alta resistencia y flexibilidad se le llama "el acero vegetal".

Se cree que apareció en la tierra hace unos 250 millones de años, cuando los dinosaurios eran todavía las especies animales dominantes (Cortés, 2008). En la actualidad, su área de distribución abarca las zonas tropicales, subtropicales y templadas de todas las regiones, con la excepción de Europa (Hidalgo, 1978).

Bambú en México

Con el nombre de bambú (bambúes) se designa a un grupo de especies de plantas que pertenece a la familia de las gramíneas (Poaceae), una de las familias botánicas, más extensas e importantes para el hombre. Los bambúes pueden ser plantas pequeñas de menos de 1 m de alto y con los tallos (culmos) de medio centímetro de diámetro, también los hay gigantes de unos 25 m de alto y 30 cm de diámetro. Aunque los verdaderos bambúes siempre tienen sus tallos leñosos, hay especies donde esto no es evidente (BAMBUMEX, 2007).

En el mundo se reconocen más de 1300 tipos o especies diferentes de bambú, de las cuales tan sólo en China se han reportado más de 500 especies nativas. En América existen 435 especies nativas, más de 150 en Brasil, y 36 en México. En nuestro país, las comunidades que conviven con estas especies les han otorgado usos muy diversos, de los cuales se tienen registrados alrededor de 42 de tipo tradicional, específicamente para las especies que crecen de forma silvestre. Los principales usos del bambú son la elaboración de bastones, utensilios de cocina, cestos, garrochas, juguetes, flechas, material de construcción de viviendas, productos medicinales y alimento para el ganado, son algunos de los usos y productos que se pueden obtener de las diferentes especies

de bambú (Comisión Nacional Forestal, 2006).

El uso del bambú en México tiene antecedentes prehispánicos: los totonacas en Veracruz, los huastecos en Hidalgo y Tamaulipas, los aztecas y teotihuacanos en el centro de México, los maya-chontales en Tabasco, han construido casas de bambú y lo siguen haciendo hoy en día (Cortes, s/f en bambumex.org). Por otra parte, la Arquitectura del Bambú en América se remonta a milenios, por su abundancia y por la facilidad cortado, construir viviendas con él, y las condiciones de frescura que este material proporciona en los climas cálidos húmedos, lo que hizo que en estos lugares se prefiera sobre la madera (Cortes, 2008).

Con la llegada de los españoles, llegaron nuevas técnicas de construcción que se sumaron a los sistemas americanos, como la *quincha*, el *bahareque*, el ladrillo cocido, la teja, junto con la tierra cruda en forma de adobe o tapia, se adaptaron a la piedra y canchagua dando lugar a la arquitectura colonial que dejó huellas en todos los países americanos (Kates *et al*, 2001).

Desde entonces ha sido utilizado en la construcción de viviendas especialmente en los climas cálidos-húmedos de los estados de Veracruz, Chiapas y Oaxaca, sin embargo, su utilización hoy en día se limita cada vez más a la construcción de cocinas o en el mejor de los casos, a la parte estructural de las cubiertas de tales viviendas, elementos que se terminan de cubrir con la palma que es conocida como guano. En la Chinantla oaxaqueña también es utilizada en algunos espacios arquitectónicos como son las cocinas, por las altas temperaturas que ahí se producen.

El bambú, además, presenta notables beneficios ambientales al proporcionar protección de otros recursos naturales, previene y combate la erosión, deslaves, derrumbes y remociones; mejora el proceso de fijación de nitrógeno en el suelo. Se estima que una plantación de bambú de una hectárea de extensión puede absorber hasta siete toneladas de carbono anualmente y aporta hasta un 35 por ciento más de oxígeno. Es un gran recuperador de las cuencas hidrológicas de los ríos y lagunas; durante el verano toma agua para almacenar tanto en sus raíces como en el tallo y luego, por efectos de

concentración, el agua es regresada nuevamente al caudal de los ríos o quebradas en época de secas. También disminuye la pérdida de agua por evaporación (Adams, 2006).

Los resultados de la investigación se presentan en cuatro artículos científicos, por lo tanto, este documento se encuentra estructurado por capítulos.

En el primer capítulo, se estimó la biomasa aérea producida por dos especies de bambú; la investigación se desarrolló con dos especies y dos localidades; la primera en Rancho La Soledad del municipio de Teziutlán, Puebla, México, con *Bambusa oldhamii* Munro, mientras que *Guadua angustifolia* Kunth, se estudió en el Rancho el bambusal, Comunidad Loma Alta, en Hueytamalco, Puebla, México

En el segundo capítulo se encuentra las posibilidades de brotes de bambú para alimentación humana, los brotes de bambú fueron obtenidos del Rancho “El bambusal” Comunidad Loma Alta, en Hueytamalco, Puebla, México. Los análisis se realizaron en dos laboratorios. El contenido de ácido cianhídrico en el Laboratorio de Fitoquímica del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. El análisis nutrimental en el Laboratorio de análisis de Suelo, Agua y Planta (LASAP) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas, Huehuetán.

Para el tercer y cuarto capítulo se realizó una revisión bibliográfica sobre la historia del cultivo en México, y conocer las coordenadas donde se ha registrado presencia de alguna especie de bambú en el Herbario Nacional de México (MEXU); así también se viajó a las comunidades para obtener información sobre el sistema bambú en la Sierra Nor Oriental. Para lo anterior se trabajó con informantes clave de la zona, los cuales tienen participación activa dentro de la comunidad y el cultivo. Posteriormente se aplicaron encuestas a pequeños productores y a productores comerciales de bambú, el cuestionario presentó variables de tipo social, económico, y productivo, considerando los aspectos de características del informante, sistema de producción general y características del cultivo de bambú. 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. Se entrevistaron a 29 productores en Cuetzalan del Progreso,

23 en Hueytamalco y 12 en Ayotoxco de Guerrero, para un total de 64 productores de bambú.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, W. 2006. El futuro de la sostenibilidad: Repensando el medio ambiente y el desarrollo en el siglo veintiuno. Reporte de la reunión de pensadores. Zúrich. Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN). 17 p.
- BAMBUMEX, Cortés, R. G. 2007. ¿Qué es el bambú? Sitio: www.bambumex.org <URL>
<http://www.bambumex.org/paginas/que%20es%20el%20bambu.htm> Fecha de acceso: 27/noviembre/2014
- Bennett, E. M., & Patricia Balvanera. 2007. The future of production systems in a globalized world. *Frontiers Ecol. Environ.* 5(4): 191-198.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD). 1992, programa 21.; Naciones Unidas.
- Comisión Nacional Forestal, 2006. El bambú: tan fuerte como el acero. Sitio: [www.mexicoforestal.gob](http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=46) <URL>
http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=46 Fecha de acceso: 27/noviembre/2009
- Cortés, R., Gilberto, R. 2008. Los Bambúes Nativos de México: su conservación y aprovechamiento. Resumen de conferencia impartida en el 2o Congreso Mexicano del Bambú, Puebla, México.
- Cortés, R., Gilberto, R. 2000. Los bambúes nativos de México. *CONABIO. Biodiversitas.* 30: 12-15
- Gallopín, G. C. Y. K. Christianson 2001. Sustainable Development, Society and the Environment: A concept Framework for tracking the linkages, Stockholm Environment Institute, Estocolmo.
- Guzmán, C. A., Miranda, G. y Lara, C. J., 2005. Variación de la emisión y vigor de brotes en cuatro especies de bambú en diferentes condiciones edafoclimáticas de Veracruz. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Veracruz.

- Hidalgo, I. O. 1978. Nuevas técnicas de construcción con bambú. Estudios técnicos colombianos Ltda. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Judziewicz, E. J., L. G. Clark, X. Londoño. 1999. Stern. American Bamboos. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Kates, R. W., W. C. Clark, R. Corell, J. M. Hall, C. C. Jaeger, L. Lowe, J. J. Mc Carthy, H. J. Schellnhumber, B. Bolin, N. M. Dickson, S. Faucheux, G. C. Gallopin, A. Grubler, B. Huntley, J. Jager, N. S. Jodha, R. E. Kasperson, A. Mabogunje, P. Patson, H. Mooney, B. Moore II, T. O'Riordam, and U. Svedin. 2001. Sustainability science. Policy forum: Environment and development. Science 292: 641-642.
- Spencer, D. S., & M. J. Swift. 1992. Sustainable agriculture: Definition and measurement. In: Mulongoy, K., M. Gueye, and D.S.C. Spencer (eds). Biological Nitrogen Fixation and Sustainability of Tropical Agriculture. IITA. A Wiley-Sayce.
- UCN/UNEP/WF (The World Conservation Union/ United Nations Environment Programme/ World Wide Fund).1991. Caring for the Earth. A strategy for sustainable living. Summary. SADAG, Bellegarde, Valserine, Francia.
- Van Hauwermeiren, S. V. 1998. Manual de Economía Ecológica. Instituto de Ecología Política. Santiago. Chile.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

La agricultura ha representado uno de los principales renglones de la economía mundial, en su mayoría es desarrollada por pequeños y medianos productores, basada en el esquema convencional del monocultivo con una alta dependencia de insumos externos y la realización de prácticas nocivas para el ecosistema como son: el alto e indiscriminado uso de pesticidas y fertilizantes, la tala de bosques y el alto laboreo de los suelos, situación que con el tiempo ha conllevado a que se aceleren los procesos erosivos y se sequen las fuentes de agua en áreas tradicionalmente agrícolas (Hernández *et al.*, 2008). Lo anterior ha implicado un aumento significativo en los costos de producción, con la adopción de medidas curativas que tienden a resolver puntualmente los problemas de fertilidad de los suelos para el establecimiento de los cultivos, la adaptación de sistemas de riego, con lo cual las familias campesinas se ven más limitadas para desarrollar labores agrícolas.

Según los informes de diagnóstico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), la región de América Latina y el Caribe es sumamente vulnerable a los efectos adversos del Cambio Climático (CC); sin ser una región que contribuya a ello (12 % de las emisiones mundiales), por tanto, se recomiendan aplicar políticas de mitigación y prácticas conexas de desarrollo sostenible (Girardin *et al.*, 2000).

Al aumentar la demanda de energía para la industria y el desarrollo urbano también se convierten extensas áreas de bosques y selvas para uso agrícola. Ante esta situación se deben introducir alternativas de producción agropecuaria bajas en carbono y sistemas de energía limpia para reducir las emisiones, aumentar la captura de gases de efecto invernadero (GEI), y con ello mantener el crecimiento económico y mejorar las condiciones de vida para la población.

Es probable que el aumento de la vulnerabilidad al CC produzca efectos adversos en la seguridad alimentaria. También se afectará negativamente la calidad y cantidad de los recursos hídricos, los ecosistemas y su biodiversidad. Los sistemas de producción

diversificados con especies perennes son importantes captadores de carbono en comparación con sistemas agrícolas de cultivos anuales (Daily, 2008).

Ante esta situación es prioritario evaluar el potencial de captura de carbono en comunidades productoras del sistema bambú en la Sierra Nor Oriental, bajo las condiciones agroecológicas particulares y con ellos establecer la metodología base que servirá e futuras evaluaciones, incluso para otros cultivos agrícolas y actividades silvícolas.

Objetivos

Objetivo general

Conocer la importancia del bambú (*bambusa spp.*), manejo campesino e indígena, incorporación de tecnología, nuevas variedades, formas de aprovechamiento, y la contribución ambiental para las familias campesinas e indígenas de la Sierra Nor Oriental de Puebla.

Objetivos específicos

Determinar el grado de captura de carbono de plantaciones comerciales de *Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa oldhamii* Munro, en dos municipios de la sierra Nor Oriental de Puebla.

1. Obtener un perfil nutricional y conocer las posibilidades de brotes de bambú para consumo humano en comunidades productoras en la Sierra Nor Oriental de Puebla.
2. Conocer el perfil productivo de comunidades minifundistas productoras de bambú de tres municipios de la sierra Nor Oriental de Puebla.
3. Determinar la relación del cultivo con otros factores ambientales asociados y obtener una red de valor que ayude económicamente a las comunidades mediante el manejo del bambú en comunidades minifundistas.

Hipótesis

a) Los sistemas de producción campesina de bambú (*bambusa* spp.) favorecen la captura de carbono y su desarrollo mejora las condiciones de vida de las comunidades.

b) Los sistemas de producción de bambú pueden ser considerados como una alternativa para comunidades minifundistas de la Sierra Nor Oriental y es posible crear un modelo replicable en producción y manejo del cultivo.

c) El sistema de producción de bambú en la Sierra Nor Oriental beneficia el desarrollo social de los habitantes de la comunidad y es una opción económica y ecológicamente rentable para los campesinos.

CAPÍTULO II: Biomasa y carbono en *Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa oldhamii* Munro en dos comunidades de la sierra Nororiental de Puebla, México* i¹
Biomass and carbon in *Guadua angustifolia* Kunth and *Bambusa oldhamii* Munro in two communities of the Northeast sierra of Puebla, Mexico

Juan Francisco Aguirre-Cadena¹, Benito Ramírez-Valverde^{1†}, Jorge Cadena-Iñiguez², José Pedro Juárez-Sánchez¹, Laura Caso-Barrera¹, Daniel Martínez-Carrera¹

¹ Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla, Km.125.5 Carretera Federal México Puebla, Santiago Momoxpan, San Andrés Cholula, Puebla, México; aguirre.juanf@gmail.com, bramirez@colpos.mx, pjuarez@colpos.mx.

² Colegio de Postgraduados *Campus* San Luis Potosí, Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México; jocadena@colpos.mx.

† bramirez@colpos.mx

Abstract: Biomass estimation in *Guadua angustifolia* Kunth and *Bambusa oldhamii* Munro in two communities of the Nororiental Sierra of Puebla, México.

The increase of CO₂ in the atmosphere can be reduced by capturing them through the photosynthetic process, with special emphasis on fast growing perennial species such as bamboo. The objective of the present study was to quantitatively evaluate the aerial biomass and estimate the carbon content for the species *Guadua angustifolia* Kunth and *Bambusa oldhamii* Munro, in commercial plantations established in communities of the Northeast Sierra of Puebla, Mexico. The estimation of population and aerial biomass for both species is tended by a selection of 10% of plants in one hectare. The samplings were carried out from June 2016 to September 2017. For the plantation of *B. Oldhamii* Munro, the number of culms per plant gradually increased towards the most recent generations, from 3.6 stems in the most adult cohort to 4.5 in the youngest. The diameter of the stems and their average height show a gradual increase from the older cohorts to the recent cohorts. The total aerial biomass estimated in the plantation of *B. oldhamii*

¹ Aceptado en la Revista Biología Tropical de la Universidad de Costa Rica el día 13 de agosto 2018

Munro was 103 403 48Mgha⁻¹ distributed in the asses of the four years. The total aerial biomass estimated in the plantation of *G. angustifolia* Kunth is 47 665 11Mgha⁻¹.

Key words: culms, diameter, carbon fraction, cohort, peasant

Introducción

Existen evidencias que el efecto invernadero es producto del incremento de las emisiones de gases generadas por el hombre (IPCC, 2000) y uno de ellos, el CO₂ ha incrementado de 280 a 375mgkg⁻¹ en la atmósfera en los últimos 200 años y continúa el aumento a una tasa anual superior a 1.5 mgkg⁻¹ (White et al., 2005), especialmente por actividades antrópicas en combinación con eventos naturales que inciden sobre la disminución de la vegetación. Al disminuir la vegetación también se merma su capacidad para incorporar el carbono al proceso fotosintético en los diferentes órganos de las plantas. La fotosíntesis es una estrategia para disminuir el CO₂ en el ambiente, con especial énfasis en algunas especies perennes de amplia distribución y rápido crecimiento, como *Dendrocalamus latiorus* (Munro) var. *latiorus* (Lin), *Guadua angustifolia* Kunth *G. aculeata* (Rupr. ex E. Fourn) y *Phyllostachys heterocycla* var. *pubescens* (J. Houz) (Lobovikov et al., 2007).

Algunas especies de bambú tienen altas tasas de crecimiento de 7.5 a 100cm por día (Buckingham et al., 2011) que favorecen la acumulación de carbono orgánico (Lobovikov et al., 2012) en cantidades sustanciales para mitigar los efectos del cambio climático (Nath et al., 2015). Se ha demostrado con *P. pubescens* en China donde presenta diferente capacidad de fijación de carbono con 31Mgha⁻¹ (Yiping et al., 2011), 37Mgha⁻¹ (Huaqiang et al., 2011) a 40Mgha⁻¹ (Zhang et al., 2014) al año. En Taiwán con *P. heterocycla* se cita fijación anual de 41Mgha⁻¹ y con *P. makinoi* Ohwi de 50Mgha⁻¹ (Yen & Lee, 2011). En India con *D. strictus* (Roxb.) Nees se consignan 30Mgha⁻¹ (Singh & Singh, 1999), con *Pseudostachyum polymorphum* Munro 23Mgha⁻¹ y con *Schizostachyum dulloa* (Gamble) 21Mgha⁻¹ (Singnar et al., 2017).

Bambusa oldhamii Munro fija 51.98Mgha⁻¹ de carbono al año en México (Castañeda et al., 2005), en Bolivia 27.53Mgha⁻¹ (Rojas-Quiroga et al., 2013) y en Costa Rica 46.91Mgha⁻¹ (Elizondo-Briceño et al., 2016). En Colombia *G. angustifolia* Kunth fija

20.9Mgha⁻¹ de carbono (Camargo et al., 2010a), pero otros autores citan amplia escala de fijación de 24.6 a 51.98Mgha⁻¹ (Arango & Camargo, 2010), o bien, 54Mgha⁻¹ (Riaño et al., 2002).

Con base en lo anterior, se evaluó cuantitativamente la biomasa aérea de *G. angustifolia* Kunth y *B. oldhamii* Munro, para determinar la tasa de secuestro de carbono y caracterizar los principales rasgos de manejo de bambú en las comunidades de Teziutlán y Hueytamalco, Puebla, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló con dos especies y dos localidades. La primera con *B. oldhamii* Munro en el Rancho La soledad del municipio de Teziutlán, Puebla, México (19°46' - 19°58' N, y 97°19' - 97°25' W) a 1600m de altitud con clima templado húmedo, precipitación promedio de 2 350mm anuales, temperatura media de 18°C y suelos Andosoles. *G. angustifolia* Kunth, se estudió en el Rancho El bambusal, comunidad Loma Alta, en Hueytamalco, Puebla, México (19°51' - 20°12' N, y 97°12' - 97°23' W) a 582m de altitud. El clima es semicálido húmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual es de 2 000mm y la temperatura media de 22°C con suelos regosoles (INEGI, 2010). Las especies presentan patrones de crecimiento diferentes en el rizoma. En *G. angustifolia* Kunth es monopodial y en *B. oldhamii* Munro es simpoidal. Estos atributos fueron estudiados con metodologías distintas en cada especie.

Tamaño de muestra y variables: En ambas especies, la estimación de población y distribución de biomasa aérea se obtuvo mediante la selección del 10% de las plantas en una ha y en ellas, se registró diámetro de tallo (cm) a 1.3m de altura y en las mismas se consideró el año de establecimiento. La altura de las plantas se determinó mediante el equipo *Field Map Data Collector* (IFER-Monitoring and Mapping Solutions, Ltd, Republica Checa).

La estimación de la densidad de *B. oldhamii* Munro en la plantación establecida en 2011 se obtuvo con los datos al azar de 40 individuos con follaje maduro en los culmos

como indicador de máximo crecimiento. En *G. angustifolia* Kunth se determinó en una muestra de 400 plantas y se consideró el número de culmos emergidos en el año 1 (2016). A través de la relación del diámetro y el año de la planta se calculó la biomasa total de ambas especies para estimar el coeficiente de regresión por el modelo $\bar{Y} = \alpha D^\beta$ (Castañeda et al., 2005).

Para ambas especies se aplicó el ajuste propuesto por Baskerville (1972) para eliminar el sesgo asociado a la transformación logarítmica del modelo, que expresado nuevamente en escala aritmética se define como:

$$Y_{ci} = e^{(\alpha + \beta \ln(D) + CME/2)} \quad (\text{Wiant \& Harner, 1979})$$

Donde Y_{ci} es la biomasa calculada del i ésimo componente, e es la base del logaritmo natural y CME es el cuadrado medio del error calculado por componente y edad.

Los parámetros que se utilizaron para obtener biomasa en *B. oldhamii* Munro fueron constantes, pendientes y valores de R^2 para las ecuaciones de biomasa total. En *G. angustifolia* Kunth se utilizaron parámetros que relacionan la biomasa seca de tallos, ramas y follaje (Cuadro 1).

CUADRO 1

Constantes, parámetros y valores de R^2 para las ecuaciones de biomasa aérea de *B. oldhamii* Munro y *G. angustifolia* Kunth

TABLE 1

Constants, parameters and values of R^2 for the aerial biomass equations of *B. oldhamii* Munro and *G. angustifolia* Kunth

Coeficientes usados para *B. oldhamii* Munro*

| Edad (años) | Alfa | Beta | CME | R ² |
|-------------|------|------|--------|----------------|
| 1 | 6.85 | 1.24 | 0.0142 | 0.77 |
| 2 | 5.75 | 1.84 | 0.0112 | 0.79 |
| 3 | 5.07 | 2.23 | 0.0144 | 0.95 |
| 4 | 6.02 | 1.64 | 0.0153 | 0.87 |

Parámetros y valores para *G. angustifolia***

| Estructura de la planta | Alfa | Beta | CME | R ² |
|-------------------------|------------------------|-------|--------|----------------|
| Tallos | 2.6896 | 0.961 | 0.0478 | 0.9524 |
| Ramas | 0.0510 | 1.443 | 0.1214 | 0.8762 |
| Follaje | 9.4 x 10 ⁻⁶ | 4.027 | 0.3665 | 0.7153 |
| Total | 2.2311 | 1.059 | 0.0508 | 0.9480 |

*(Castañeda et al., 2005); **(Riaño et al., 2002)

RESULTADOS

La distribución de los culmos en el terreno fue diferente por especie debido a sus diferencias en morfología y crecimiento (Fig. 1)

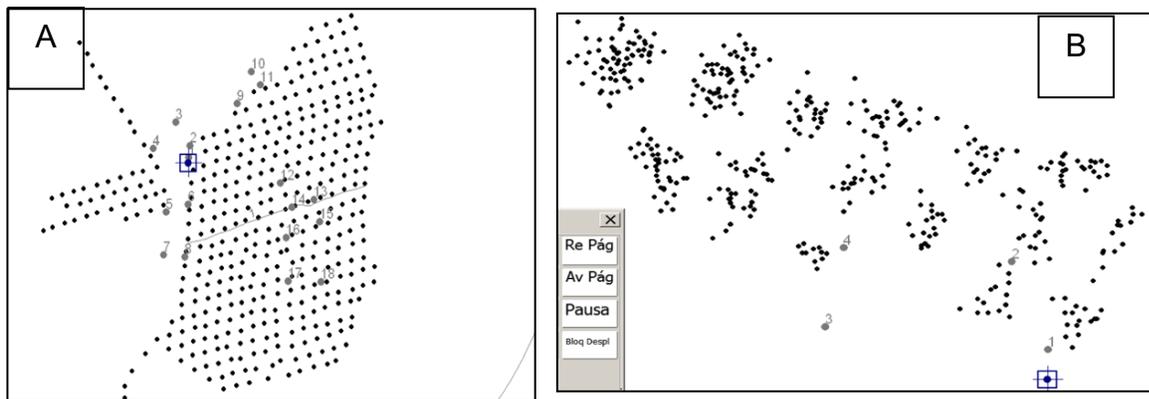


Fig. 1. **(A)** Distribución de los culmos de *B. oldhamii* Munro, en Rancho la Soledad, y *G. angustifolia* Kunth **(B)** Rancho el Bambusal, Puebla, México.

Fig. 1. **(A)** Distribution of the culms of *B. oldhamii* Munro, in Rancho la Soledad, and *G. angustifolia* Kunth. **(B)** Rancho el Bambusal, Puebla, Mexico.

La densidad de culmos en *G. angustifolia* fue de 3 300 ha⁻¹ y ésta densidad de población representa un valor intermedio en plantaciones comerciales establecidas.

Se incrementó la biomasa en brotes con el mismo diámetro en *B. oldhamii* Munro en comparación a *G. angustifolia*. Además, se presentó relación de crecimiento definido por edades y diámetro en las dos especies. En el primer año, los culmos estuvieron definidos por edades más tempranas en *G. angustifolia* hasta alcanzar las dimensiones finales, es decir, el diámetro no cambió con el tiempo.

El crecimiento simpodial de *B. oldhamii* aumentó su dinámica de crecimiento y en consecuencia la densidad de plantas a través del tiempo. Después de 2 años se incrementó 24% el número de culmos. Sin embargo, en el año tres, el aumento representó 110% con relación al año anterior, y en el cuarto año, disminuyó la emisión de tallos a un nivel inferior a la población inicial (Fig. 2). La extracción de culmos abre espacio para el desarrollo de nuevos brotes y se refleja en aumento de sus dimensiones, también se incrementa el intervalo dimétrico de la especie hasta el año 1, con diámetros de 10 cm. En especies de bambú de tipo simpodial, los culmos jóvenes son más productivos que los viejos, y esta condición genera la recomendación de no cosechar los culmos menores de cuatro años de edad.

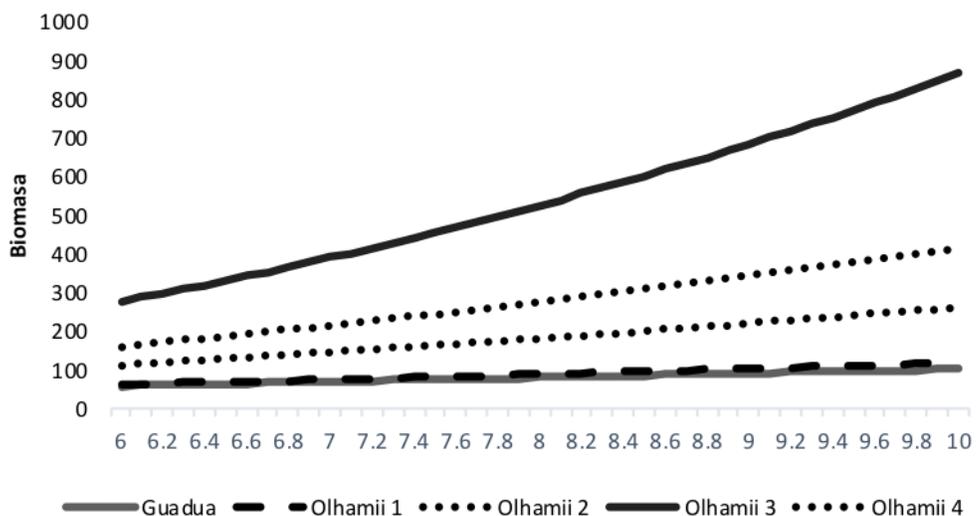


Fig. 2. Relación del diámetro y biomasa de *G. angustifolia* Kunth y *B. oldhamii* Munro en plantaciones forestales de Puebla, México.

Fig. 2. Relation of the diameter and biomass of *G. angustifolia* Kunth and *B. oldhamii* Munro in forest plantations of Puebla, Mexico.

Disminuyeron los culmos en *B. oldhamii* después del año cuatro de siembra. A este tiempo, la relación diámetro-biomasa está por debajo de la curva de crecimiento de los años anteriores. En cambio, las plantas jóvenes incrementan el desarrollo de ramas laterales. *B. oldhamii* produce más biomasa en comparación a *G. Angustifolia* y *B. oldhamii* incrementa su crecimiento dimétrico culmo por culmo.

El número de culmos por planta aumentó gradualmente hacia las generaciones más recientes, pasó de 3.6 en la cohorte más adulta (cuatro años de edad) a 4.5 en la más joven (un año de edad) (Cuadro 2).

CUADRO 2

Promedios de los culmos de *B. oldhamii* Munro en cuatro cohortes en Teziutlán Puebla, México.

TABLE 2

Averages of the culms of *B. oldhamii* Munro in four cohorts in Teziutlán Puebla, México

| Variable | Edad de culmo (años) | | | Total |
|-------------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 4 (2013) | 3 (2014) | 2 (2015) | |
| Culmos planta ⁻¹ | 3.96 | 12.05 | 5.71 | 4.57 |
| Culmos ha ⁻¹ | 120 | 470 | 223 | 184 |
| Diámetro (cm planta ⁻¹) | 4.96 | 6.3 | 7.49 | 7.33 |
| Intervalo diamétrico | (1.7–6.6) | (4.1 – 8.9) | (4.3- 9.7) | (2.6 – 10) |
| Altura (m planta ⁻¹) | 9.06 | 14.65 | 18.05 | 17.4 |
| Intervalo en altura | (7.4-4.6) | (12.3-8.8) | (14.8-21.5) | (13.9-0.45) |

El crecimiento del diámetro en los culmos de *B. oldhamii* fue exponencial durante

los tres primeros años después de la siembra (Figura 3 a), sin embargo, a este tiempo, el crecimiento de la población no alcanza la estabilidad (Figura 3 b), el culmo continúa creciendo y es característico en plantaciones jóvenes.

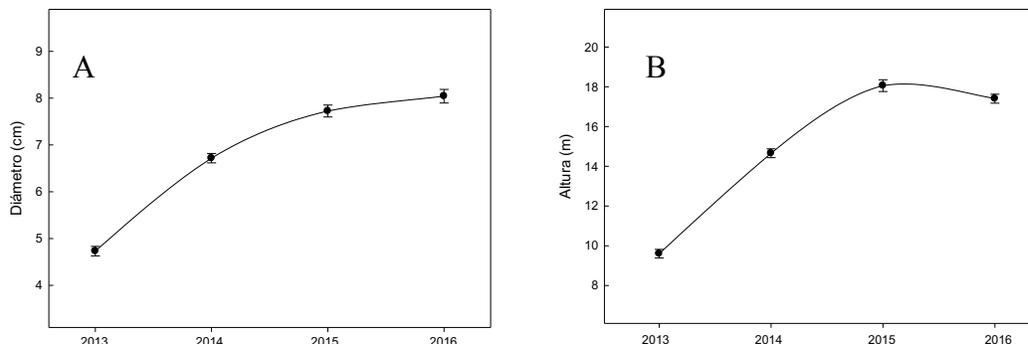


Fig. 3. Diámetro y altura de los culmos de *Bambusa oldhamii* en los últimos cuatro años, en plantaciones ubicadas en Teziutlán Puebla, México.

Fig. 3. Diameter and height of the culms of *Bambusa oldhamii* in the last four years, in plantations located in Teziutlán Puebla, México.

La biomasa aérea total estimada de *B. oldhamii* con base a la ecuación de Castañeda et al. (2005) fue de 10 340 348 Mgha⁻¹ distribuida en culmos de los cuatro años. Lo anterior representó acumulación promedio de 25Mgha⁻¹ por año. La biomasa aérea total estimada con base en la ecuación de Riaño et al. (2002) en la plantación de *G. Angustifolia* fue de 47 665 11Mgha⁻¹.

Para ambos casos y de acuerdo con Brown (1997), quien cita que la biomasa total acumula 50% del carbono en tejido vegetal, se estimó, que la cantidad de carbono retenida y calculada en la parte aérea de la plantación de *B. oldhamii* sería de 12.5Mgha⁻¹ por año, y para *G. Angustifolia* de 23.8Mgha⁻¹.

DISCUSIÓN

La densidad de culmos en *G. angustifolia* representa un valor intermedio en otras plantaciones establecidas, con valores de 1 000 hasta 8 000 culmos ha⁻¹ (Castaño &

Moreno 2004; Riaño et al., 2002). Sin embargo, la densidad cambia con el tiempo al incorporarse más culmos cada año (Riaño et al., 2002), como sucede con *B. oldhamii* por su desarrollo simpodial (Castañeda et al., 2005). Las diferencias encontradas en los niveles de población, sugieren un proceso de regulación natural por parte de la planta a través del tiempo.

Es importante indicar, que en especies de bambú de tipo simpodial, los culmos jóvenes son más productivos que los viejos, y esta condición genera la recomendación de no cosechar los culmos menores de cuatro años de edad (Kleinhenz & Midmore, 2001).

La disminución de culmos en *B. oldhamii* después del año cuatro de siembra es probable que se deba a la competencia por espacio lateral en las plantaciones y la concomitante disminución de la actividad fotosintética. A este tiempo, la relación diámetro-biomasa está por debajo de la curva de crecimiento de los años anteriores. No obstante, las plantas jóvenes incrementan el desarrollo de ramas laterales y la distribución de la biomasa está influenciada por la disponibilidad de la luz y la edad de las especies (Anten & Hirose, 1998). *B. oldhamii* produce más biomasa en comparación a *G. Angustifolia* y *B. oldhamii* incrementa su crecimiento dimétrico. El efecto anterior sugiere, mayor fijación de carbono e incremento de biomasa aérea y radical (Fig. 2).

El crecimiento diferencial entre altura y diámetro del culmo en las dos especies estuvo definido por la edad. En el primer año en *G. angustifolia* el diámetro no varió y este comportamiento se atribuye a la ausencia de crecimiento secundario (Judziewicz, 2009). Resultados semejantes a los encontrados en esta investigación cita Cusack (1997) con alturas de 18m y diámetros de 10cm en la misma especie. En cambio, en *B. oldhamii* se incrementó de manera exponencial durante los tres primeros años. Este crecimiento es característico de plantaciones jóvenes (Chrystanty et al., 1996), pero con altura inferior entre 6 y 9m y diámetros de 5 a 6cm en los culmos de *B. oldhamii* (Shilin et al., 1993). Es probable que el incremento contrastante en crecimiento en la misma especie esté influenciado en condiciones ambientales en cada región.

La cantidad de biomasa aérea y los valores de Carbono almacenado calculados en la parte aérea para ambas especies está dentro de las cantidades que han encontrado otros autores (Arango & Camargo 2010; Kleinhenz & Midmore 2001) con variaciones locales por influenciadas por condiciones bióticas y abióticas, edad y densidad de la población.

El rápido crecimiento de las dos especies y la aceptación local en la Sierra Nor Oriental de Puebla permite considerarlas como sumidero de carbono, además, aumenta las posibilidades de usos y aplicaciones de la planta.

En el presente trabajo se demuestra que las plantaciones comerciales de bambú en la Sierra Nor Oriental de Puebla, que utilizan especies como *G. Angustifolia* y *B. oldhamii* por su facilidad de manejo y tradición. El crecimiento simpodial de *B. Oldhamii* permite pronosticar su crecimiento con facilidad. Tomando en cuenta que *B. Oldhamii* es una especie introducida en la zona hace más de 15 años, ha desarrollado un papel importante en el desarrollo económico de la zona por su facilidad de manejo y capacidad de almacenar carbono; estas especies pretenden ser el potencial económico de la zona mediante las distintas formas de aprovechamiento del bambú.

Con los resultados obtenidos de la biomasa aérea total estimada en la plantación de *B. oldhamii* Munro de $103\ 403\ 48\text{Mgha}^{-1}$ distribuida en los culmos de los cuatro años y los concomitantes beneficios potenciales al ambiente a medida que aumenta su diámetro, presenta diferencia notable en comparación con *G. Angustifolia* Kunth que logra 50% menos biomasa aérea total estimada. Lo anterior permite proponer a *B. oldhamii* en la zona como especie promisoría de bambú para disminuir las concentraciones de carbono.

RESUMEN

El incremento de CO₂ en la atmósfera se puede disminuir mediante su captura por las plantas a través del proceso fotosintético, con especial énfasis en especies perennes de

rápido crecimiento como los bambús. El objetivo del presente estudio fue evaluar cuantitativamente la biomasa aérea y estimar el contenido de carbono para las especies *Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa oldhamii* Munro, en plantaciones comerciales establecidas en dos comunidades de la Sierra Nororiental de Puebla, México. La estimación de población y biomasa aérea para ambas especies se obtuvo mediante una selección del 10% de plantas en una hectárea. Los muestreos se realizaron de junio de 2016 a septiembre del 2017. Para la plantación de *B. Oldhamii* Munro, el número de culmos por planta aumentó gradualmente hacia las generaciones más recientes, de 3.6 tallos en la cohorte más adulta a 4.5 en la más joven. El diámetro de los tallos y su altura promedio presenta aumento gradual de las cohortes de mayor edad a las más recientes. La biomasa aérea total estimada en la plantación de *B. oldhamii* Munro fue de 103 403 48Mgha⁻¹ distribuida en los culmos de los cuatro años. La biomasa aérea total estimada en la plantación de *G. angustifolia* Kunth es 47 665 11Mgha⁻¹.

Palabras clave: Bambú, culmos, diámetro, fracción de carbono, cohorte, Sierra NorOriental de Puebla.

REFERENCIAS

- Anten, N.P. & Hirose, T. (1998). Biomass allocation and light partitioning among dominant and subordinate individuals in *Xanthium canadense* stands. *Annals of Botany*, 82: 665-673. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305736498907296>.
- Arango, A. & Camargo, J. C. (2010). Bosques de guadua del Eje Cafetero de Colombia: oportunidades para su inclusión en los mercados de carbono y en el programa redd+. *Recursos Naturales y Ambiente*, (61), 77-85. doi: 10.13140/RG.2.1.3491.0569
- Baskerville, G. L. (1972). Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass, *Canadian Journal of Forest Research*, 2, 49-53. doi.org/10.1139/x72-009.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer.

- FAO Forest Paper 143, FAO, Roma. Obtenido de: <http://www.fao.org/docrep/w4095e/w4095e00.htm>
- Buckingham, K., Jepson, P., Wu, L., Ramanuja Rao, I.V., Jiang, S., Liese, W., Lou, Y. & Fu, M. (2011). The potential of bamboo is constrained by outmoded policy frames. *Ambio*, 40, 544–548. doi: 10.1007/s13280-011-0138-4.
- Camargo, J., Chará, J., Giraldo, L. P., Chará, M. & Ximena, G. (2010). Beneficios de los corredores ribereños de *Guadua angustifolia* en la protección de ambientes acuáticos en la Ecorregión cafetera de Colombia. Efectos sobre las propiedades del suelo. *Recursos Naturales y Ambiente*, (61), 53-59. doi: 10.13140/RG.2.1.3491.0569
- Castañeda, A., Vargas, J., Gómez, A., Valdez, J. y Vaquera, H. (2005). Acumulación de carbono en la biomasa aérea en una plantación de *Bambusa oldhamii*. *Agrociencia*, 30 (1), 107-113. Obtenido de: <http://www.colpos.mx/agrocien/96-99/301.pdf>
- Castaño, F. & Moreno, R. D. (2004), *Guadua para Todos: Cultivo y Aprovechamiento*, Carder. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/rt/printerFriendly/485/882>
- Chrystanty, L., Maily, D. & Kimmins, J. P. (1996). Without bamboo, the land dies: Biomass, litterfall, and soil organic matter dynamics of a Javanese bamboo talun-kebun system. *Forest Ecology Management*, 87, 75-88. doi: 10.1016/S0378-1127(96)03834-0
- Cusack, V. 1997. *Bamboo Rediscovered*. Earth Garden Books. Trentham, Victoria. 95 p. Obtenido de: <http://trove.nla.gov.au/work/24676120?q&versionId=45621233>
- Elizondo-Briceño, E. Barquero, V, V., Fonseca, V, L., Bonilla, G, M. & Segura, E, E. (2016). Potencial de crecimiento y almacenamiento de carbono en plantaciones de bambú *Guadua (Guadua angustifolia)* en la Zona Sur de Costa Rica. Boletín Técnico no. 1. Obtenido de: <https://scholar.google.com.mx/citations?user=eZxL-cAAAAAJ&hl=es>
- Huaqiang, D., Guomo, Z., Hongli, G., Wenyi, F., Xiaojun, X., Weiliang, F. & Yongjun, S. (2011). Satellite-based carbon stock estimation for bamboo forest with a non-linear partial least square regression technique. *International Journal of Remote*

- Sensing, (33), 6: 1917-1933. doi: 10.1080/01431161.2011.603379
- INEGI (2010). Marco Geoestadístico 2010, versión 4.3. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Teziutlán, Puebla. Obtenido de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2000). *Land use, Land-use Change and Forestry*. Cambridge University, Press, Cambridge, U K. Obtenido de: http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=0
- Judziewicz, E.J., Clark, L.G., Londoño X. & Stern, J. M. (1999). *American Bamboos*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Kleinhenz, V. & Midmore. D. J. (2001). Aspects of bamboo agronomy. *Advances in Agronomy*, 74, 99-149. Obtenido de: <https://www.elsevier.com/books/book-series/advances-in-agronomy>
- Lobovikov, M., Paudel, S., Piazza, M., Ren, H. & Wu, J. (2007). *World Bamboo Resources*. Rome, Italy, FAO, 74p. Obtenido de: <http://www.fao.org/docrep/010/a1243e/a1243e00.htm>
- Lobovikov, M., Schoene, D. & Lou, Y. (2012). Bamboo in climate change and rural livelihoods. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17, (3), 261–276. doi: 10.1007/s11027-011-9324-8
- Nath, A.J., Lal, R. & Das, A.K. (2015). Managing woody bamboos for carbon farming and carbon trading. *Global Ecology and Conservation*, 3, 654–663. doi: 10.1016/j.gecco.2015.03.002.
- Riaño, N.M., Londoño, X., López, Y. & Gómez, J.H. (2002). Plant growth and biomass distribution on *Guadua angustifolia* Kunth in relation to ageing in Valle del Cauca-Colombia. *Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society*, 16, (1), 43-51. Obtenido de: http://bamboo.org/publications/e107_files/downloads/ABSJournal-vol16.pdf
- Rojas-Quiroga, R., Li, T., Lora, G. & Andersen, L. (2013). *A measurement of the carbon sequestration potential of Guadua angustifolia in the Carrasco National Park, Bolivia*. Development Research Working Paper Series, no. 04. 15 p. Obtenido de: http://www.inesad.edu.bo/pdf/wp2013/wp04_2013.pdf
- Shilin, Z., M. Naixun, & F. Maoyi. (1993). *A Compendium of Chinese Bamboo*. China

- Forestry Publishing House. 244 p. Obtenido de:
<http://smartbook21.site/download/9810034350/a-compendium-of-chinese-bamboo.pdf>
- Singh, A.N. & Singh, J. S. (1999). Biomass, net primary production and impact of bamboo plantation on soil redevelopment in a dry tropical region. *Forest Ecology and Management*, 119, 195–207. doi: 10.1016/S0378-1127(98)00523-4
- Singnar, P., Das, C. M., Sileshi, W. G., Brahma, B., Nath, J, A., Das, K, A. (2017). Allometric scaling, biomass accumulation and carbon stocks in different aged stands of thin-walled bamboos *Schizostachyum dullooa*, *Pseudostachyum polymorphum* and *Melocanna baccifera*. *Forest Ecology and Management*, 395, 81-91. doi: 10.1016/S0378-1127(17)30599-6
- Wiant, H.V. & Harner, E.J. (1979). Percent bias and standard error in logarithmic regression. *Forest Science* 25, (1), 167-168. Obtenido de:
<https://www.jstor.org/journal/jtropforescie>
- White, D., Velarde, S.J., Alegre, J.C. & Tomich, T.P. (2005). Alternatives to Slash-and-Burn (ASB) in Peru, Summary Report and Synthesis of Phase II. Alternatives to Slash-and-Burn Programme, Nairobi, Kenya. Obtenido de:
<http://www.asb.cgiar.org>.
- Yen, T. M. & Lee, J. S. (2011). Comparing aboveground carbon sequestration between moso bamboo (*Phyllostachys heterocycla*) and China fir (*Cunninghamia lanceolata*) forests based on the allometric model. *Forest Ecology and Management* 261, 995-1002. doi: 10.1016/j.foreco.2010.12.015
- Yiping, L., Yanxia, L., Breckingham, K., Henley, G. y Guomo, Z. (2011). Bamboo and climate change mitigation. e International Network for Bamboo and Rattan (Inbar). Technical report no 42. 47 p. Obtenido de: www.inbar.int.
- Zhang, H., Zhuang, S., Sun, Bo, Ji, H., Li, C. & Zhou, S. (2014). Estimation of biomass and carbon storage of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens* Mazel ex Houz.) in southern China using a diameter–age bivariate distribution model. *Forestry* 87, 674–668. doi: 10.1093/forestry/cpu028

CAPÍTULO III: Posibilidades del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) para la alimentación humana en la Sierra NorOriental de Puebla, México²

Possibilities of bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) for human consumption in Sierra NorOriental of Puebla, Mexico

Juan F. Aguirre-Cadena¹; Benito Ramírez-Valverde^{2*}; Jorge Cadena-Iñiguez³; Laura Caso-Barrera²; José Pedro Juárez-Sánchez².

¹Estudiante de Posgrado del programa de Doctorado en el Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla, Km.125.5 Carretera Federal México Puebla, Santiago Momoxpan, San Andrés Cholula, Puebla. C.P. 72760 Tel. (222) 2850013

²Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla, Km.125.5 Carretera Federal México Puebla, Santiago Momoxpan, San Andrés Cholula, Puebla. C.P. 72760 Tel. (222) 2850013

³ Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados *Campus* San Luis Potosí, Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. C.P. 78600. (jocadena@colpos.mx).

*Autor para correspondencia: bramirez@colpos.mx

Palabras clave: brotes de bambú, ácido cianhídrico, cocción, alimento

Resumen

Introducción: Los brotes de bambú son una alternativa de comida vegetal no convencional ya que contiene 17 tipos de diferentes enzimas y más de 10 elementos minerales; también contiene un alto índice de fibra, vitaminas, aminoácidos, y es bajo en grasas. Sin embargo, contiene ácido cianhídrico (HCN) un compuesto tóxico, que debe eliminarse de los brotes antes de su consumo. El objetivo de la investigación fue evaluar el contenido de HCN y como consecuencia recomendar su consumo.

² Artículo publicado: Cadena, J. F. A., Valverde, B. R., Iñiguez, J. C., Barrera, L. C., Sánchez, J. P. J., & Carrera, D. C. M. (2018). Posibilidades del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) para la alimentación humana en la Sierra Nororiental de Puebla, México. *Nova Scientia*, 10(21), 137-153.

Método: La cuantificación del HCN se realizó por el método propuesto por Hake y Bradbury, el cual consiste en tiras de papel impregnado de picrato que en presencia de HCN produce isopurpurina, la cual puede ser detectada por espectrofotometría. Para conocer la diferencia entre los tratamientos de acuerdo al tiempo de cocción en la reducción de ácido cianhídrico se utilizó un diseño experimental completamente al azar. El análisis de tejido vegetal y bromatológico se realizó con los siguientes procedimientos: grasa (Soxhlet,), fibra cruda (Digestión ácida y alcalina), nitrógeno (Micro Kjeldhal), humedad y cenizas (Gravimetría). El contenido de nutrientes, P y B (Colorimetría) y Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu (Espectrofotometría de absorción atómica).

Resultados: El contenido de HCN es más alto en brotes crudos y, disminuyó notablemente con los tiempos de cocción. Al hervir durante 15 minutos se redujo en 73 %; con 30 minutos fue del 93.64 % y durante 60 minutos disminuyó 98.7 %. Los componentes bromatológicos de brotes de bambú bajo diferentes tiempos de cocción presentan variaciones más contrastantes en el porcentaje de grasa, proteína y cenizas. La cantidad de grasa, proteína y humedad aumentan de acuerdo al tiempo de hervor, la fibra cruda es mayor en brotes hervidos entre 15 y 30 minutos. El análisis nutrimental del tejido vegetal mostró que el P, K, Fe, Mn y Zn disminuyeron su contenido con el tiempo de cocción (entre 19% y 84%), mientras que el N, Ca, Mg, Na, B y Cu, incrementaron su porcentaje (entre 3% a 34%).

Conclusión: El bambú representa una alternativa de nutrición, es una planta abundante en la sierra Nor Oriental, fácil de cosechar, no requiere cuidados extensivos, representa además un alimento que cuenta con un alto contenido nutricional. Los brotes de bambú en forma cruda no son aptos para consumo humano, requiere de algún método para eliminar toxicidad; los brotes deben procesarse adecuadamente ya que contienen glucósidos cianogénicos tóxicos. El uso de tiempos de cocción elimina la toxicidad por reducción del compuesto cianogénico, conserva sus valores nutricionales y su consumo puede ser una alternativa accesible, económica y nutritiva en comunidades rurales de escasos recursos.

Abstract

Introduction: Bamboo shoots are an alternative to unconventional vegetable food that contains 17 types of different enzymes and more than 10 mineral elements; It also contains a high rate of fiber, vitamins, amino acids, and is low in fat. However, it contains hydrocyanic acid (HCN) a toxic compound, which must be eliminated from the outbreaks before consumption. The objective of the research was to evaluate the content of HCN and consequently recommend its consumption.

Method: The quantification of HCN was carried out by the method proposed by Hake and Bradbury, which consists of paper strips impregnated with picrate that, in the presence of HCN, produces isopurpurine, which can be detected by spectrophotometry. To know the difference between the treatments according to the cooking time in the reduction of hydrocyanic acid, a completely randomized experimental design was used. The analysis of plant and bromatological tissue was carried out with the following procedures: fat (Soxhlet,), crude fiber (acid and alkaline Digestion), nitrogen (Micro Kjeldhal), humidity and ash (Gravimetry). The nutrient content, P and B (Colorimetry) and Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn and Cu (Atomic absorption spectrophotometry).

Results: The content of HCN is higher in raw sprouts and, decreased significantly with cooking times. When boiled for 15 minutes it was reduced by 73%; with 30 minutes it was 93.64% and for 60 minutes it decreased 98.7%. The bromatological components of bamboo shoots under different cooking times have more contrasting variations in the percentage of fat, protein and ash. The amount of fat, protein and moisture increase according to the boiling time, raw fiber is higher in boiled shoots between 15 and 30 minutes. Nutritional analysis of plant tissue showed that P, K, Fe, Mn and Zn decreased their content with the cooking time, while N, Ca, Mg, Na, B and Cu, increased their percentage.

Discussion or Conclusion: Bamboo represents an alternative of nutrition, it is an abundant plant in the Northeast mountain range, easy to harvest, does not require extensive care, it also represents a food that has a high nutritional content. Bamboo shoots in raw form are not suitable for human consumption, requires some method to eliminate toxicity; the shoots must be processed properly since they contain toxic cyanogenic glycosides. The use of cooking times eliminates the toxicity by reduction of

the cyanogenic compound, conserves its nutritional values and its consumption can be an accessible, economical and nutritious alternative in rural communities of scarce resources.

Keywords: shoots, hydrocyanic acid, cooking, food.

Introducción

Existe un gran potencial para los brotes de bambú como una alternativa de comida vegetal en el mundo. En países como Filipinas, cuando la comida es escasa debido a la incidencia de fenómenos naturales, la población se siente afortunada de poder alimentarse con recursos naturales que no son comunes en otros países, como sucede en Mindango durante la temporada de “El niño”, que consumen el “kayos”, mientras que en el fenómeno de “La niña” se consumen los brotes de bambú (Caasi-Lit 1999a).

En Asia, los brotes de bambú siempre se han considerado como una comida especialmente saludable formando parte de su sistema tradicional de alimentación, posee alto contenido de fibra y bajo contenido de grasa. Es por esto que, en China y Japón, los brotes de bambú son muy demandados y su precio se ha elevado constantemente (Pao-Chang, 1978).

Los brotes de bambú contienen aproximadamente 88.8% de agua, más de 3.9% de proteína y 17 aminoácidos. El contenido de aminoácidos de los brotes de bambú es mucho más alto que el encontrado en otros vegetales como el repollo, zanahoria, cebolla y calabaza (Caasi-Lit, 1999b; Caasi-Lit et al., 1999b, 4; 2010a). Sin embargo, aunque tienen un amplio uso tradicional en Asia, existen pocos estudios de brotes de bambú como vegetal comestible (Caasi-Lit, 1999b; Caasi-Lit *et al.*, 2010a).

Los brotes de bambú son una alternativa de comida vegetal no convencional ya que contiene 17 tipos de diferentes enzimas y más de 10 elementos minerales como Cr, Zn, Mn, Fe, Mg, Ni, Co, Cu por lo que se consideran ideales para una dieta saludable,

ya que contienen un alto índice de fibra, vitaminas, aminoácidos y es bajo en grasas (RFRI, 2008). Sin embargo, contienen, cianoglucósidos, compuestos tóxicos, que se descomponen al romper las células vegetales para formar cianuro de hidrógeno y un aldehído o una cetona (Moller y Seigler, 1999).

El ácido cianhídrico, o ácido prúsico, es una solución acuosa de cianuro hidrolizante. Es un ácido muy débil y al liberarse de sus sales (cianuro de potasio), se genera olor a melocotón, lo cual indica que la descomposición de la sal se ha realizado (Moller, 1999).

Se ha reportado que el brote de bambú contiene cianuro tan alto como 0.3%- 0.8% (Tripathi, 1998, 11) y 0.1% (Anonnyous, 2004). Sin embargo, el contenido de cianuro disminuye sustancialmente después de la cosecha y debe eliminarse de los brotes que se van a consumir (Lehninger, 1982), poniéndolos a remojar o hirviéndolos (Caasi-Lit, 1999a; Caasi-Lit et al., 2010b). La ingesta de alta concentración de cianuro es letal entre 0.5 a 3.5 mg kg⁻¹ de peso corporal (Bradbury & Holloway, 1998) porque implica el bloqueo y la reducción del oxígeno en vías respiratorias (Lehninger, 1982).

Los cianógenos se pueden disminuir con mayor eficiencia mediante la cocción por inmersión en agua, y se facilita su migración hacia el agua de cocción que normalmente se elimina (Moncada y Gualdrón, 2006), además conduce a la mejora de las cualidades microbiológicas y organolépticas, destruye las toxinas y aumenta la digestibilidad y la biodisponibilidad de los nutrientes (Gouado et al., 2011). En diversos vegetales, la cocción disminuye el contenido de fibra y vitamina C, pero mejora la biodisponibilidad y los efectos positivos del licopeno, de los carotenoides y del ácido fólico (Oude Griep, 2012).

La cocción puede inducir pérdida de nutrientes mediante reacciones químicas inducidas por la temperatura, y la lixiviación (arrastre) de los nutrientes en el medio de cocción. Muchos nutrientes son térmicamente inestables cuando se calientan y su concentración disminuye exponencialmente con el tiempo (Finglas, 2003).

Para evitar problemas en la alimentación existen varios métodos de procesamiento para eliminación de toxicidad:

a) Brote de bambú fermentado. Se consume como una de las comidas tradicionales preferidas por las diferentes comunidades étnicas en Asia (Bhatt et al., 2003), y para ello se pelan los brotes recién cosechados, se limpian en agua y se cortan en rodajas pequeñas, las vasijas de barro o cestas hechas de tallos de bambú se usan como recipientes para la fermentación (Giri y Janmejoy, 2000). Cuando se usan cestas de bambú, la superficie interna se recubre con hojas de plátano o láminas de plástico perforadas para drenar el líquido durante el proceso de fermentación (Jeyaram et al., 2009). Los brotes de bambú picados se colocan en el recipiente presionándolos y se cubren con hojas de plátano (*Musa spp.*) o polietileno. Para mantenerlos bajo presión los brotes están sujetos a piedras o troncos de madera; los brotes se mantienen en esta condición durante 6 a 12 meses (Giri y Janmejoy, 2000).

Existen otros métodos que aplican las mujeres al este de India; en Adi de Arunachal Pradesh, donde utilizan hojas de plátano para la semi fermentación de los brotes y las presionan bajo piedras cerca de la corriente de agua durante tres a cuatro meses para reducir el sabor amargo (Bhaskaran, 2015). Del mismo modo, Singh et al. (2007) informaron el procesamiento tradicional único de la fermentación de brotes de bambú para reducir el porcentaje de cianuro.

b) Brotes enlatados. Los japoneses fueron los primeros en desarrollar y utilizar tecnología moderna para el procesamiento de brotes frescos (Midmore, 1998). La técnica de procesamiento para producir brotes de bambú en conserva implica pasos cruciales que deben seguirse para obtener productos de buena calidad. Esto implica hervir en agua los brotes de bambú en rodajas durante aproximadamente cuatro horas o durante 40 a 60 minutos a 120° C, enfriarlos y luego almacenarlos en solución de salmuera que contiene generalmente entre 5 y 10% de NaCl o más, dependiendo de la especie, y 1%

de ácido cítrico. Los productos así procesados pueden estar en latas o bolsas de retorta (Nirmala et al., 2011).

c) Brotes frescos/hervidos. Después del corte, los brotes se rebanan y se sumergen en agua durante 1 a 2 horas o se hierven en agua durante media hora para eliminar el ácido Cianhídrico (HCN) (Tripathi, 1998). Bhargava et al. (1996) informaron de la eliminación de esto durante los brotes de cocción cambiando varias veces de agua durante un tiempo prolongado mediante el cambio subsiguiente de la solución de sal al 2%. Recientemente, Wongsak-pairod (2000) informó que el secado con vapor sobrecalentado elimina el HCN de los brotes de bambú, ya que el ácido Cianhídrico se descompone a aproximadamente 116°C.

La nutrición y la salud son aspectos fundamentales en el desarrollo de los pueblos y no es suficiente con disponer de los procedimientos adecuados de selección, adaptación, desarrollo, cultivo y producción de los diferentes alimentos de origen agrícola y pecuario. Es indispensable verificar el aporte nutricional de los mismos en la dieta de la población. En muchos casos, el desconocimiento de los factores que afectan la estabilidad de los nutrientes en los diferentes procesos de transformación de los alimentos a nivel industrial o artesanal, conduce al consumo de alimentos con bajos aportes de nutrientes esenciales. En la actualidad, los brotes de bambú en China y Japón, son muy demandados y su precio se ha incrementado en los mercados en los últimos cinco años cosechados en 7,722 hectáreas (Pao-Chang, 1978).

El bambú se cultiva en México al igual que otros países; sin embargo, la pobreza y la crisis de cultivos endémicos de la zona, tales como el café (*Coffea arabica* L.) han obligado a los productores de la Sierra Nororiental de Puebla, a establecer sistemas agroforestales que les permiten enfrentar su situación económica. En 2009, los productores comenzaron a incorporar bambú de especies introducidas como *Guadua angustifolia* y *Bambusa old hamii* Munro como parte de sus predios; 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 solo sistema agroforestal (Pérez-García et al., 2009). Ante esta situación en comunidades rurales, el bambú surge como una alternativa económica, además de ser una opción de alimento para los habitantes de la sierra Nor Oriental de Puebla.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue analizar la posibilidad de introducir los brotes de bambú como una alternativa de alimento en las comunidades de la Sierra Nor Oriental de Puebla e identificar la concentración de cianuro bajo diferentes tiempos de cocción y el contenido nutrimental de los brotes de *G. angustifolia* procedentes de la Sierra NorOriental de Puebla.

Materiales y métodos

Procedencia del material vegetal

Los brotes de bambú fueron obtenidos del Rancho “El bambusal” Comunidad Loma Alta, en Hueytamalco, Puebla, México (19° 51' y 20° 12' LN, y 97° 12' y 97° 23' LO) a 582 m de altitud. El clima es semicálido húmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual de 2000 mm y temperatura media de 22 °C con suelos Regosoles (INEGI, 2010). Los brotes fueron cortados con dos semanas de edad, y se trasladaron de inmediato en hielera hacia el laboratorio de Fitopatología del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, la fecha de corte se realizó el día 17 de julio de 2017.

Los análisis se realizaron en dos laboratorios. El contenido de ácido cianhídrico en el Laboratorio de Fitoquímica del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. El análisis nutrimental en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Planta (LASAP) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas, Huehuetán, Chiapas, bajo la norma mexicana NMX-13-1992. El análisis de tejido vegetal se realizó bajo la NOM-21-RECNAT-2000.

Cuantificación del ácido cianhídrico

Según Hake y Bradbury (2002), la cuantificación del ácido cianhídrico consiste en utilizar tiras de papel impregnado de picrato, que en presencia de HCN produce isopurpurina, la cual puede ser detectada por espectrofotometría. Para tal fin se impregnaron 100 μ L (micro litros) de buffer de fosfatos a pH 7 en papel Whatman 3MM y se dejó secar. La tira de papel impregnada con picrato se montó sobre una hoja de acetato. El disco de papel se introduce en el fondo de un frasco ámbar y se añaden 25 mg de muestra y posteriormente 500 μ L de agua destilada. En esta condición se introduce la tira con picrato en el frasco ámbar y se incuba por 16 horas a 30 oC.

Después de la incubación, se retiró el papel de cada frasco y se colocó en un tubo de fondo plano previamente marcado. Se agregaron al tubo 20 mL de agua destilada y se agitan vigorosamente por 4 minutos; se decantan, y se lee la absorbancia a 510 nm en espectrofotómetro. La concentración se expresa en partes por millón (ppm) mediante la siguiente ecuación.

$$\text{ppm HCN} = \frac{(396)(\text{absorbancia})(100)}{Z}$$

Donde:

Z= peso en mg de la muestra.

Análisis de tejido vegetal

El análisis vegetal se realizó en una muestra de brotes frescos de bambú, obtenidos de una plantación de cuatro años de edad. El rebrote tenía una edad aproximada de dos semanas y una altura entre 30 y 40 cm.

Del brote se obtuvieron las muestras mediante el corte del mismo con un grosor de 2 cm. Con este material se establecieron cuatro tratamientos de acuerdo al tiempo de cocción. 1) Testigo (sin cocción), 2) Inmerso en agua hirviendo por 15 min, 3) inmerso en agua hirviendo 30 min y 4) inmerso en agua hirviendo 60 min.

Análisis estadístico

Para conocer si existían diferencias entre los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar, seguido por una prueba de Tukey para separación de medias. Se hicieron tres repeticiones. La variable respuesta fue la concentración expresada en partes por millón (ppm); para la variable absorbancia no se realizó el análisis de varianza por ser función de la variable concentración. Previo a la realización del análisis de varianza se comprobaron los supuestos del ANOVA. Para probar la hipótesis de que los residuos siguen una distribución normal se utilizó la Prueba de Shapiro-Wilks y se encontró que no se rechaza la hipótesis nula ($W= 0.92$; $p=.478$) por lo que se concluye que la variable se distribuye normalmente. Para la prueba de igualdad de varianza se empleó la Prueba de Levene y como resultado, la hipótesis nula no se rechaza ($F=2.43$; $p=.1404$) y se concluye que existe homogeneidad de varianza. En resumen, los supuestos del análisis de varianza se cumplen por lo que se procedió a su aplicación.

El análisis bromatológico se realizó con los siguientes procedimientos: grasa (Soxhlet,), fibra cruda (digestión ácida y alcalina), nitrógeno (Micro Kjeldhal), humedad y cenizas (gravimetría). El contenido de nutrientes, P y B (colorimetría) y Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu (Espectrofotometría de absorción atómica, Thermo Fisher Scientific, modelo 400 1/4).

Resultados y Discusión

El contenido de ácido cianogénico es más alto en el brote sin hervir y el mismo disminuyó notablemente con los tiempos de cocción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración de Ácido cianogénico expresado en ppm en distintos tiempos de hervor en brotes de bambú de *G. angustifolia* Kunth de la Sierra NorOriental de Puebla.

| Repetición | Testigo | | 15 min | | 30 min | | 60 min | |
|------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | Absorbancia a 510 nm | mg kg ⁻¹ | Absorbancia a 510 nm | mg kg ⁻¹ | Absorbancia a 510 nm | mg kg ⁻¹ | Absorbancia a 510 nm | mg kg ⁻¹ |
| 1 | 1.068 | 1691.71 | 0.239 | 378.57 | 0.051 | 80.784 | 0.013 | 20.59 |
| 2 | 0.920 | 1457.28 | 0.284 | 449.856 | 0.068 | 107.71 | 0.082 | 129.88 |
| 3 | 1.215 | 1924.56 | 0.305 | 483.12 | 0.082 | 129.88 | 0.033 | 52.27 |
| Promedio | 1.07 | 1691.18 | 0.28 | 437.18 | 0.07 | 106.127 | 0.04 | 67.58 |
| | | c | | b | | a | | a |

Nota: Letras diferentes significan diferencia estadística de acuerdo con la prueba de Tukey

De acuerdo con el análisis de varianza existió diferencias entre tratamientos ($F=113.85$; $p=0.0001$) sin embargo, no se registró diferencia estadística entre hervir por 30 min y una hora, lo cual sugiere que con hervir el brote por 30 min es suficiente, convirtiéndolo apto para consumo humano.

Conforme se incrementó el tiempo de cocción del brote se disminuyó el contenido de ácido cianogénico. Al hervir durante 15 minutos se redujo el ácido cianogénico en 73 %; con 30 minutos de cocción, la disminución fue del 93.64% y al someterse a cocción durante 60 minutos, el ácido cianogénico disminuyó 98.7 %. Al respecto otros autores informan de resultados semejantes en la disminución del ácido cianogénico a tiempo diferentes de cocción, como Ferreira y colaboradores (1995) encontraron que las condiciones de cocción que dieron como resultado una reducción del 97% de HCN fueron de 98°C a 102°C durante 148 a 180 min. Tripathi (1998) cita que después del corte, los brotes se rebanan y se sumergen en agua durante 1 a 2 horas, o se hierven en agua durante media hora para eliminar la HCN.

De acuerdo a lo anterior, el tiempo recomendable para eliminar el contenido de HCN en brotes sin que sea dañino para la salud humana, es de 30 min; sin embargo, esto puede variar dependiendo de la especie de bambú, ya que existen casos donde el HCN se elimina de manera directa con 15 min; aunque algunos nutrientes se ven afectados y disminuye su valor alimenticio.

También se han reportado diversos métodos indígenas en comunidades Asiáticas para reducir la acidez/amargor de los brotes de bambú frescos. Algunos de ellos incluyen

el corte de brotes tiernos en trozos pequeños, secado parcial de brotes frescos, ebullición en agua / agua salada y drenaje o mantenimiento de brotes en agua caliente durante 10 a 15 min o en agua durante una semana a temperatura ambiente (Nongdam y Tikenda, 2014).

Análisis bromatológico de brotes de bambú

El análisis bromatológico de los rebrotes de bambú obtenido en el análisis de laboratorio bajo diferentes tiempos de cocción mostró variación contrastante en cuanto al porcentaje de grasa, proteína y cenizas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis Bromatológico de brotes de *Guadua angustifolia* procedentes de la Sierra Nor Oriental del Puebla, México.

| Tratamiento | Grasa (%) | Fibra Cruda (%) | Proteína (%) | Humedad (%) | Cenizas (%) |
|--------------------|------------------|------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Testigo | 6.57 | 24.92 | 24.10 | 95.23 | 17.89 |
| 15 min | 7.75 | 28.90 | 20.10 | 94.78 | 11.00 |
| 30 min | 6.57 | 27.80 | 25.10 | 95.94 | 10.85 |
| 60 min | 8.00 | 23.00 | 27.02 | 95.18 | 12.00 |

La cantidad de grasa que se encuentra en el brote aumenta de acuerdo al tiempo de hervor al que este sujeto. Este aumento es muy común en especies de bambú como *Bambusa blumeana*, la cual aumenta de 5.55 en fresco a 11.40 hervido por 30 minutos (Caasi-Lit, 1999a). En nuestro caso el mayor incremento se presentó cuando el brote fue sometido a cocción por 60 minutos y representó un incremento de 21 %. Su bajo contenido los convierte en un candidato ideal para proporcionar una nutrición saludable a las personas con enfermedades diabéticas y de la arteria torácica (Kumbhare y Bhargava, 2007).

En *G. Angustifolia*, la fibra cruda fue mayor en los brotes hervidos a los 15 y 30 min, en comparación con el testigo. De acuerdo a autores como Oude Griep (2012), la cocción disminuye el contenido de fibra y vitamina C, pero mejora la biodisponibilidad y

los efectos positivos del licopeno, de los carotenoides y del ácido fólico. Esto es distinto a especies como *Bambusa philippinensis* donde los brotes frescos tienen mayor cantidad de fibra cruda. La cantidad máxima de fibra se da cuando el brote se hierve durante los primeros 15 min, y la mínima cuando se hierve por 60 min (Caasi-Lit et al., 2010a). La fibra ahora se denomina fibra dietética y ha asumido una importancia en la educación para la salud. La fibra dietética incluye celulosa y lignina, hemicelulosas, pectinas, gomas, otros polisacáridos y oligosacáridos asociados con plantas (Chawla y Patil, 2010). La importancia de un aumento en su ingesta reduce la posibilidad de presión arterial alta (Anderson y Strong 1983); otros autores como Viuda-Martos et al., (2010), hacen énfasis en el papel de la fibra en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

El contenido de proteína promedio aumenta en brotes hervidos, para *G. angustifolia* Kunth fue de 24 % y corresponde al valor promedio citado por Bhaskaran (2015). En nuestro caso, la cantidad de proteína aumenta significativamente cuando se hierve durante 30-60 minutos, únicamente disminuye en los primeros 15 minutos. Autores como Shi and Yang 1992, generan un especial énfasis en la proteína ya que, si la dieta no contiene suficientes cantidades de carbohidratos y grasas, entonces la proteína de la dieta se puede descomponer para proporcionar energía.

El contenido de humedad no cambio significativamente. De acuerdo con estudios realizados en Filipinas con brotes hervidos de otras especies, tales como *Guadua atter* y *B. Philippinensis*, la cantidad de humedad varió entre 80.8% y 59.7% (Caasi-Lit et al., 2010b) respectivamente. Para el caso de *G. angustifolia*, el porcentaje de humedad fue mayor que en las especies asiáticas. El contenido de humedad no cambio después del tiempo de hervor en brotes recién cosechados, siendo nutricionalmente más ricos que los brotes fermentados (Nirmala et al., 2011).

El contenido de ceniza es mayor en brotes frescos que hervidos. Este patrón se presenta en la mayoría de especies de brotes hervidos, como en *Bambusa blumeana*, donde la cantidad de ceniza disminuye de 6.19% sin hervir a 0.56% cuando es sometido a 30 minutos de cocción (Cagampang y Rodríguez, 1980). Autores como Kumbhare y

Bhargava (2007), citan disminución en el contenido de ceniza con tiempos de hervor, donde encontraron una reducción mayor del 20% en el caso de *Bambusa nutans* y la más baja del 6.2% en el caso de *Dendrocalamus asper*.

Análisis nutrimental de Tejido Vegetal

Todos los nutrientes se modificaron con el tiempo de cocción (Cuadro 3), algunos nutrientes como P, K, Fe, Mn y Zn disminuyeron, contrario a nutrientes como N, Ca, Mg, Na, B y Cu, los cuales incrementaron su porcentaje después de la cocción (Figura 1 y 2).

Cuadro 3. Variación en el contenido nutrimental de brotes de *G. angustifolia* cosechados en la Sierra Nor Oriental de Puebla.

| Tratamiento | Porcentaje | | | | | | mg L ⁻¹ | | | | |
|-------------|------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------------------|--------|-------|-------|-------|
| | N | P | K | Na | Ca | Mg | Fe | Mn | Zn | Cu | B |
| Testigo | 3.85c | 0.53a | 9.20a | 0.01d | 0.05c | 0.10b | 40.0c | 12.5a | 85.0a | 51.5a | 53.9b |
| 15 minutos | 3.21d | 0.42b | 4.67c | 0.02c | 0.13b | 0.10b | 21.3a | 11.9b | 13.0c | 28.5b | 40.2c |
| 30 minutos | 4.01b | 0.36c | 4.23d | 0.03b | 0.15ab | 0.10b | 17.3b | 11.5ab | 6.0d | 23.0c | 37.5c |
| 60 minutos | 4.32a | 0.23d | 5.78b | 0.07a | 0.17a | 0.15a | 16.3b | 10.5b | 16.5b | 50.0a | 61.9a |
| CV (%) | 2.0 | 5.9 | 1.9 | 8.6 | 11.3 | 6.7 | 5.4 | 4.3 | 3.9 | 3.1 | 4.2 |

CV Coeficiente de variación

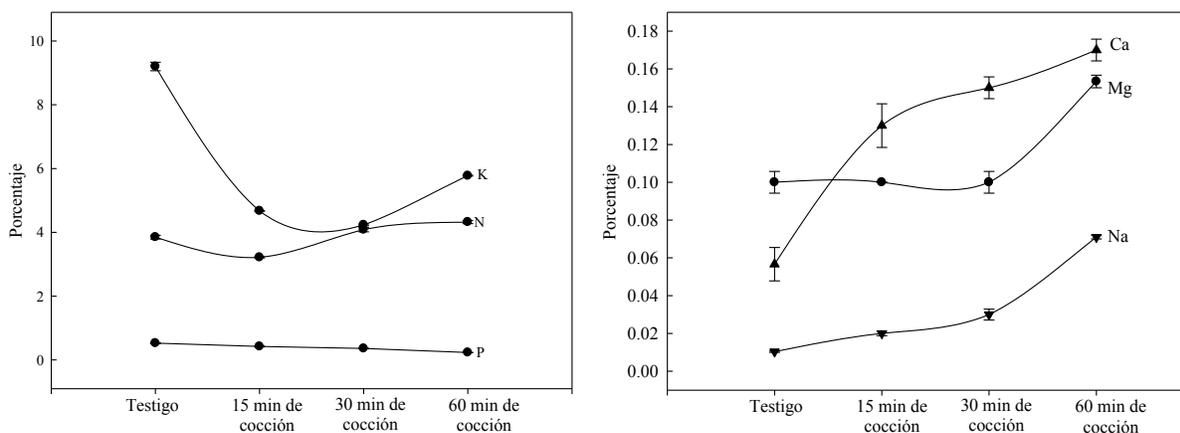


Figura 1. Contenido de nutrientes en brotes de *G. angustifolia* Kunth bajo diferentes tiempos de cocción en agua.

Los brotes de bambú juveniles tienen un alto contenido de minerales como K, P, Na, Mg, Ca y Fe (Figura 1), con 30 min de cocción, los nutrientes se mantienen y, se elimina en gran parte el contenido de ácido cianhídrico, de esta forma el valor nutrimental no se ve afectado y se vuelve apto para consumo humano. Los brotes están etiquetados como vegetales protectores del corazón debido a su alto contenido de Potasio (K) que ayuda a mantener la presión arterial normal y un ritmo cardíaco constante (Rodriguez et al., 2006). El contenido de K en los brotes de bambú varía de 232 a 576 mg100 g⁻¹ de peso fresco. Las personas propensas a la presión arterial alta a menudo se les aconseja aumentar el consumo de K y disminuir el consumo de Na. La ingesta diaria recomendada de K es de 2.7 a 3.1 g d⁻¹ (Gabarra, 2006).

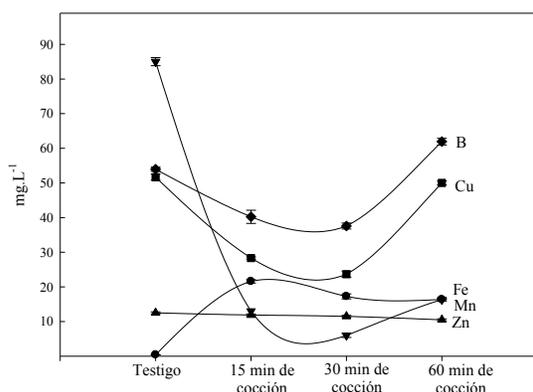


Figura 2: Contenido de nutrientes en brotes de *G. angustifolia* Kunth bajo diferentes tiempos de cocción en agua.

Nirmala et al. (2011) también analizaron los elementos minerales como Cadmio (Cd), cobalto (Co), Cobre (Cu), Magnesio (Mg), Manganeseo (Mn), Calcio (Ca), Fierro (Fe), Potasio (K) Fosforo (P), Sodio (Na) y Selenio (Se). Los brotes hervidos poseen casi la misma cantidad de contenido de Cd, Co, Mn, Ni, P y Se como brotes crudos. El contenido de Cd, Co, Cu, Mg, Mn y Na en los brotes hervidos fue menor que en los brotes frescos. Sin embargo, con el tiempo de cocción de 30 minutos necesario para eliminar HCN, los nutrientes disminuyen, pero no pierden su alto contenido nutricional y, continúa siendo una opción de alimentación saludable.

Lo anterior indica claramente la necesidad de una mayor investigación sobre la composición de nutrientes de brotes recién cosechados y procesados de forma diferente en diversas regiones agroecológicas de México. Las aportaciones científicas junto con las prácticas tradicionales existentes pueden proporcionar una nueva visión de la matriz de procesamiento-nutrición del bambú como una alternativa de alimentación complementaria en áreas rurales.

Conclusiones

El bambú representa una alternativa de nutrición diferente a las comunidades de la Sierra Nor Oriental de Puebla, ya que es una planta abundante, fácil de cosechar, no requiere de cuidados extensivos y, un alimento que cuenta con un alto contenido de proteína, carbohidratos, minerales y poca grasa, se podría tomar como una alternativa viable para las familias de la zona.

Los brotes de bambú en forma cruda no son aptos para consumo humano, requieren de algún método en específico para eliminar toxicidad; los brotes deben procesarse adecuadamente ya que contienen un alto nivel de glucósidos cianogénicos tóxicos.

El tiempo recomendado de cocción del brote para eliminar el HCN es de 30 minutos, el uso de métodos de procesamiento para eliminar toxicidad no solo reducirá el compuesto cianogénico tóxico, sino que también conservará los valores nutricionales de los brotes; estos procesos son sencillos. El consumo del brote puede ser una alternativa accesible, económica y nutritiva en comunidades rurales de escasos recursos que cuentan con bambú.

Referencias

Anderson J, Strong M.F. (1983). The effect of fiber on nutrition of man. *Ind J Nut Diet.* 81: 279–285.

- Anonnyous (2004). Cyanogenic glycosides in cassava and bamboo shoots, a human health risk assessment. Technical report series no. 28. Food Standards Australia New Zealand.
- Bhatt, B.P., Singha, L.B., Singh, K. and. Sachan, M.S. (2003). Somecommercial edible bamboo species of North East India: production, indigenous uses, cost-bene t and management strategies. *The Journal of the American Bamboo Society*. 17(1): 4–20.
- Bhargava, A., Kumbhare, V., Srivastava, A., & Sahai, A. (1996). Bamboo parts and seeds for additional source of nutrition. *Journal of Food Science and Technology*, 33(2): 145-146.
- Bhaskaran, B., Chilkunda, M, S., Jagadishchandra, T.S. (2015). Studies on nutritional and anti-nutritional composition of bambusa multiplex (lour.) Raeusch. Ex schult. *International journal of pharma and bio sciences*. 6(4): 158 - 166
- Bradbury, JH, WD Holloway. (1998). *Chemestry of Tropical Root Crops: Significance for Nutrition and Agriculture in the Pacific*. Australian Center for International Agricultural Research (ACIAR) Monograph No. 6. 201 p.
- Caasi-Lit, MT, Mabesa LB, Candelaria RB. (2010^a). Bamboo shoot resources of the Philippines: I. Edible bamboo and the current status of the local bamboo industry. *Philippine Journal of Crop Science*. 35(2): 54-68.
- Caasi-Lit, MT, Mabesa, LB, Candelaria, RB. (2010b). Bamboo shoot resources of the Philippines: II. Proximate Analysis, Cyanide Content, Shoot Characteristics and Sensory Evaluation of Local Bamboo Species. *Philippine Journal of Crop Science*. 35(3):31-40
- Caasi-Lit, Mt. (1999a). Bamboo Shoot as sustitute Vegetable during La Niña. Terminal Report presented during the Review and Evaluation of El Niño R&D Program. November 1999. Institute of Plant Breeding, UP Los Baños, Collegue, Laguna (may be accesed from the file of Dr. MErdelyn T Caasi-Lit of the Institute of Plant Breeding). 16 p.
- Caasi-Lit, Mt. (1999b). Bamboo as food. In bamboo + coconut {Kawayan + Lubi}. Philippine coconut Research and develpment foundation, Inc (PCRDF), Pasing City, 24 p.

- Cagampang GB, Rodrigues, FM. (1980). Methods of analysis for Screening Crops of Appropriate Qualities Analytical Services Laboratory, Institute of Plant Breeding, college of Agriculture, U.P. Los Baños, 8-9 p.
- Chawla, R, Patil, GR. (2010). Soluble dietary fiber. *Com Rev Food Sci Food Safety* 9:178–196.
- Ferreira, V. L. P., Yotsuyanagi, K., & Carvalho, C. R. L. (1995). Elimination of cyanogenic compounds from bamboo shoots (*Dendrocalamus giganteus* Munro). *Tropical Science*, 35: 342-346.
- Finglas PM, (2003). Vitamins. Overview. En: Caballero B, Editor(s)-in-Chief. 2003. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. 2^a ed. Oxford: Academic Press.
- Gabarra, G, A. Ingesta de nutrientes: Conceptos y Recomendaciones Internacionales (2da parte). (2006). *Nutrición Hospitalaria*. (4): 437-447
- Giri, SS, Janmejy, L. (2000). Effect of bamboo shoot fermentation and aging on nutritional and sensory qualities of soibum. *J Food Sci Tech* 37(4): 423–426.
- Gouado, I., Demasse, M.A., Etame, L.G., Meyimbo, O., Ruphine, S. Ejoh, A. y Fokue, E. (2011). Impact of three cooking methods (steaming, roasting on charcoal and frying) on the β -carotene and vitamin C contents of plantain and sweet potato. *American Journal of Food Technology*. 6(11): 994-1001.
- Haque, M. R., & Bradbury, J. H. (2002). Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods. *Food Chemistry*, 77: 107-114.
- INEGI (2010). Marco Geoestadístico 2010, versión 4.3. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Hueytamalco, Puebla. Obtenido de: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>
- Jeyaram, K, Anand, Singh, T., Romi, W., Ranjita, Devi W., Mohendro Singh, W, Dayanidhi, H., Rajmuhon, Singh, N., Tamang, J. P. (2009). Traditional fermented foods of Manipur. *Ind J Trad Know* 8: 115–121.
- Lehninger, A. L. (1982). *Principles of Biochemistry*. Worth Publishers, Inc. New York, p. 483.
- Midmore D. (1998). Culinary bamboo shoots. In: Hyde KW, editor. *The new rural industries*. Canberra: Rural Industries Research and Development Corp. p 8.

- Moller, B. L., & Seigler, D. S. (1999). Biosynthesis of cyanogenic glycosides, cyanolipids and related compounds. In B. K. Singh (Ed.), *Plant amino acids biochemistry and biotechnology* pp. 563- 609
- Moncada-Rodríguez, L. M., Gualdron, L. (2006). Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos. *Revista de Investigación*. 6 (2): 179-187.
- Nirmala, C., Bisht, M., S., & Haorongbam. (2011). Nutritional Properties of bamboo shoots: Potential and prospects for Utilization as health food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 10: 153-169.
- Nongdam, P., Tikenda, L. (2014). The nutritional Facts of Bamboo shoots and theri usage as important traditional foods of Northeast India. *International Scholarly Researches, Notices*. 24. 1-17. Doi. 10.1155/2014/679073.
- Oude Griep, LM, (2012). Raw and processed fruit and vegetable consumption and 10-year coronary heart disease incidence in a population-based cohort study in the Netherlands. *PLoS One*. 5(10): e13609.
- Pao-chang, K. (1978). Machi-ku, a Taiwan bamboo as source of vegetable food. *Canopy International*, 4(4): 7.
- Pérez-García, N., Rueda-Gonzalez, M., Rojo-Martínez, G. E., Martínez-Ruíz, R., Ramírez-Valverde, B., Juárez-Sánchez, P. (2009). 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*. 5(3): 335-346.
- RFRI (2008). Bamboo as food and medicine. Report of Rain Forest Research Institute (RFRI). Jorhat, India. www.icfre.gov.in/new/rfri/Bamboo_%20food_%20medicine_221206.pdf.
- Rodriguez, EB., Maxima, EF., Rodriguez-Amaya, DB., Amaya-Farfan, (2006). Phytochemicals and functional foods. Current situation and prospect for developing countries. *Seguranaca Alimentar e Nutricional, Campinas* 13(1): 1–22.
- Shi QT, Yang, KS. (1992). Study on relationship between nutrients in bamboo shoots and human health. *Proceedings of the International Symposium on Industrial Use of*

- Bamboo. International Tropical Timber Organization and Chinese Academy, Beijing, China: Bamboo and its Use; p 338–346.
- Singh, A., Singh, R. K., & Sureja, A. K. (2007). Cultural significance and diversities of ethnic foods of northeast India. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 6(1) 19.
- Tripathi, Y. C. (1998). Food and nutrition potential of bamboo. *MFP- News*, 8(1):11.
- V. Kumbhare and A. Bhargava. (2007). “Effect of processing on nutritional value of central Indian bamboo shoots. Part I,” *Journal of Food Science*. 44(3): 935–936.
- Viuda-Martos, M., Lopez-Marcos, MC., Fernandez-Lopez, J., Sendr, E, Lopez-Vargas, Perez-Alvarez. (2010). Role of dietary fibre in cardiovascular diseases: a review. *Com Rev Food Sci Food Safety*. 9: 240–248.

CAPÍTULO IV: Sistemas de producción de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa oldhamii* Munro) en la Sierra NorOriental de Puebla, México³

Bamboo production system of *Guadua angustifolia* Kunth and *Bambusa oldhamii* Munro in the Northeast Sierra of Puebla

Juan Francisco Aguirre-Cadena¹

Benito Ramírez-Valverde^{1†}

Jorge Cadena-Iñiguez²

José Pedro Juárez-Sánchez¹

Laura Caso-Barrera¹

Daniel Martínez-Carrera¹

¹*Campus* Puebla, Colegio de Postgraduados. Km.125.5 Carretera Federal México Puebla, Santiago Momoxpan, San Andrés Cholula, Puebla, México; aguirre.juanf@gmail.com, bramirez@colpos.mx, pjuarez@colpos.mx, lauracaso2004@yahoo.mx, dcarrera@colpos.mx

²*Campus* San Luis Potosí Colegio de Postgraduados, Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México; jocadena@colpos.mx.

[†]Autor para correspondencia: bramirez@colpos.mx

Resumen

La utilización del bambú es muy antigua, pero poco conocida en México. En Puebla, los productores están incorporando bambúes a sus predios como parte de la diversificación. El objetivo del estudio es conocer los sistemas de producción de *Guadua angustifolia* Kunth, y *Bambusa oldhamii* Munro y describir su aprovechamiento por los pobladores de la Sierra NorOriental de Puebla, México. El objetivo del estudio es conocer los sistemas de producción de *Guadua angustifolia* Kunth, y *Bambusa oldhamii* Munro y describir su aprovechamiento por los pobladores en tres comunidades de la Sierra Nor Oriental de Puebla, México. Se aplicaron encuestas a pequeños productores y a productores comerciales de bambú de la zona. Se encontraron dos grandes sistemas de bambú, el

³ Aguirre-Cadena, J., F. (2018). SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa oldhamii* Munro) EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA, MÉXICO. *Agro Productividad*, 11(8) 167-175.

sistema de plantaciones comerciales, mayor a media hectárea exclusiva para bambú, mantenimiento de la plantación y producción destinada al mercado en distintas formas. El sistema familiar está presente en la mayoría de los productores, el bambú se encuentra en los pequeños predios de cultivo, principalmente maíz y frijol, no existe manejo agronómico y los usos son exclusivos para las necesidades del hogar. Las condiciones climáticas presentes en la Sierra Nor Oriental, benefician el desarrollo del cultivo de bambú, sin embargo, el principal problema del cultivo en ambos sistemas, es la falta de mercado, el poco comercio se da de forma incipiente y descuidada, por tal motivo han buscado diversificar sus fincas sin éxito, ya que no existe una cadena productiva de bambú en la zona.

Palabras clave: sistema de producción comercial, sistema de producción familiar, cadena productiva, campesino, pobreza, indígena

Abstract

The use of bamboo is very old, but little known in Mexico. In Puebla, producers are incorporating bamboos into their farms as part of this diversification. The objective of the study is to know the production systems of *Guadua angustifolia* Kunth, and *Bambusa oldhamii* Munro and describe their use by the residents of Ayotoxco de Guerrero, Hueytamalco and Cuetzalan del Progreso in the North Eastern Sierra of Puebla, Mexico. Surveys were applied to small producers and commercial bamboo producers in the area with the help of key informants. Two large bamboo systems were found, the system of commercial plantations, more than half a hectare exclusively for bamboo, management and uses such as wood production, beer, bamboo teas and as food. The family system is present in most of the producers, the backyard is cultivated with corn and beans, the uses are exclusive for repairs in the home. The climatic conditions present in the North Eastern Sierra of Puebla, benefit the development of bamboo cultivation, however, the main problem of cultivation in both systems, is the lack of market, the little trade is incipient and neglected, for this reason They have sought to diversify their farms without success, since there is no productive chain of bamboo in the area.

Keywords: commercial system, family system, productive chain, producers,

Introducción

La historia del uso del bambú se remonta al comienzo de la civilización en Asia (Cortés, 2000). Sin embargo, investigaciones actuales han dado a conocer, que el bambú no es sólo de Asia, sino que también los hay en América, África y Oceanía; el hecho de que la mayoría de las especies de bambú se encuentren en Asia, ha creado la falsa creencia de que los bambúes son asiáticos. Autores como Rodríguez et al. (2010), sostienen que la planta tuvo su origen en la era Cretácea, un poco antes de la iniciación de la Terciaria, cuando el hombre apareció. El bambú es quizá de los vegetales más antiguos del planeta (Guzmán et al., 2005). Se cree que apareció en la tierra hace unos 250 millones de años, cuando los dinosaurios eran todavía las especies animales dominantes (Cortés, 2000).

Son plantas muy antiguas, rústicas y, sobre todo, muy atípicas, debido a su crecimiento y condiciones especiales que necesitan para su óptimo desarrollo, sin embargo, por su alta resistencia y flexibilidad se le llama "el acero vegetal". En la actualidad, su área de distribución abarca las zonas tropicales, subtropicales y templadas de todas las regiones, con excepción de Europa (Hidalgo, 1978).

El bambú se ha convertido en una prominente alternativa sostenible (Gutiérrez, 2000), de alta importancia económica (Ovando & Sánchez 2005), social y cultural (Ramanayake et al., 2006), con más de 1500 subproductos (Kibwage et al., 2008), que van desde papel, alimento, hasta vivienda (Sood *et al.*, 2002). El bambú es una planta que puede establecerse en diversos suelos, inclusive los degradados (Kumar y Sastry, 1999). En México se encuentran muchas regiones que reúnen las condiciones fisiográficas y climáticas para la propagación y producción de bambú (Rzedowski, 1981; Gib, 2005). Sin embargo, el establecimiento y explotación de las especies en estudio a gran escala con fines comerciales, se ve limitada en cierta medida a los métodos de propagación (Sood et al., 2002) y los altos requerimientos de mano de obra (Godbole et al., 2002) y la restringida disponibilidad de semilla (Yasodha et al., 2008).

Además, se dispone de amplia diversidad de bambú leñoso (Judziewicz et al., 1999) y en general, se han descrito 42 especies y dos subespecies nativas de ocho diferentes géneros, entre las cuales se encuentran 22 endemismos (Ruiz-Sánchez, 2012). Se

consignan, además, siete especies introducidas en cuatro géneros (Colmenares 2004).

El enfoque de sistemas aplicado a la producción agrícola implica elementos, interrelación entre ellos, límites, entradas y salidas, procesos de retroalimentación, transformación, comunicación, control y niveles jerárquicos, en donde cada sistema es componente de un suprasistema y este incluye a una serie de subsistemas (Checkland, 1981). Para el autor Gliessman (2002), un sistema es una parte limitada de la realidad que contiene elementos interrelacionados.

En el caso de los sistemas agrícolas o agropecuarios, su caracterización provee un marco en el cual se pueden definir, tanto estrategias de desarrollo agrícola, como intervenciones apropiadas; ya que, por definición, agrupan a los hogares agropecuarios con características y limitaciones similares (Dixon et al., 2001). Por tanto, el enfoque de sistemas implica considerar al bambú como un componente más de los ecosistemas dentro de la sierra Nor Oriental de Puebla.

Por lo anterior el objetivo del presente es conocer los sistemas de producción de *Guadua angustifolia* Kunth, y *Bambusa oldhamii* Munro y describir su aprovechamiento por los pobladores en tres comunidades de la Sierra Nor-Oriental de Puebla, México.

Clasificación taxonómica del bambú

Bambú, palabra de origen Martí (India); se designa a un grupo de especies de plantas que pertenecen a la familia de las Gramíneas (Poaceae), una de las familias botánicas, más grandes e importantes para el hombre. Los bambúes pueden ser plantas pequeñas de menos de un metro de largo y con tallos (culmos) de medio centímetro de diámetro, también los hay de gran tamaño, de unos 25 m de alto y 30 cm de diámetro (Seboka, 2010).

La subfamilia de los bambués (Bambusoideae), dentro de la familia de las gramíneas una de las más numerosas y también de las más diversas. Se han registrado alrededor de 90 géneros y 1,500 especies de bambú a nivel mundial (Satya et al., 2012). Taxonómicamente los bambúes presentan las siguientes tribus Olyreae (agrupa a los bambúes herbáceos), Arundinarieae y Bambuseae (bambúes leñosos) (Ruiz-Sánchez,

2009; Sungkaew et al., 2009). Los bambúes leñosos se caracterizan por tener culmos o tallos lignificados, presentan sistemas complejos de ramificación y rizomas resistentes. Son anemófilos, es decir su polinización es por medio del viento y su metabolismo fotosintético es C3. Se encuentran en distintos hábitats, usualmente crecen erectos y algunas especies forman macollos (Sungkaew et al., 2009).

Distribución de Bambúes en México

Los bambúes leñosos habitan en más de la mitad del territorio mexicano, están presentes en 23 de los 36 estados (Rodríguez, 2005). Los estados con la mayor riqueza de especies de bambú son: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Jalisco y Nayarit; en estas seis entidades se encuentra la mitad de las especies del país.

En Veracruz, Oaxaca y Chiapas se ubica el 70 % de las especies endémicas, es decir que exclusivamente habitan en dichos estados. Debido a que los elevados requerimientos de humedad para el desarrollo óptimo de las especies de bambú, generalmente se les encuentra en lugares con mayor precipitación (Cortés et al., 2004). Además, un alto porcentaje de las especies de bambú nativas crece a las orillas de los ríos, arroyos o cañadas (Rodríguez, 2005). Esto se debe básicamente a que la humedad en estos sitios además de elevada es constante, sin llegar a ser cenagosa porque los bambúes no toleran las condiciones anaeróbicas, y debido a su sistema de rizomas, el establecerse en estos sitios como laderas escarpadas no es una limitante (Cruz, 1994).

Otro factor importante en la distribución de especies de bambú es la altitud. El gradiente altitudinal en México es muy amplio ya que va desde el nivel del mar donde se pueden encontrar especies de los géneros *Otatea* y *Guadua* hasta más de 3,000 msnm en el que habitan especies del género *Chusquea* (Rodríguez, 2005). Esto se debe principalmente a que México por su ubicación geográfica es un país subtropical, su abrupto relieve permite que existan especies que generalmente se localizan sólo a altas latitudes por requerir humedad constante y ser intolerantes a las altas temperaturas (Judziewicz et al., 1999).

Además de los diversos usos, en la actualidad se ha considerado su importancia en la captura de carbono (Moreno & Jakob, 2012). En México, se han registrado 42 usos

tradicionales para el bambú, desde utensilios de cocina, hasta usos medicinales, y muchos de ellos de origen prehispánico (Cortés et al., 2004).

El bambú como sistema agroforestal está cobrando importancia económica en la Sierra Nor-Oriental de Puebla. Se han establecido plantaciones de *Guadua angustifolia* Kunth y se introdujo *Bambusa oldhamii* Munro en Cuetzalan del Progreso. En estas regiones, los productores optaron por establecer diversos sistemas agroforestales con base al bambú, con el fin de mejorar su situación económica (Rodríguez et al., 2010). El manejo de los mismos es variado y sus productos también.

Las especies introducidas en la zona como *Bambusa oldhamii* Munro, especie que es nativa del sur de China que no crece libre por cualquier parte, encontrado sólo bajo cultivo, puede alcanzar dimensiones de 20 metros de altura y seis pulgadas de diámetro cuando madura (Martínez et al., 1995). Los culmos tienen un color verde profundo y soporta temperaturas bajas; gracias a la capacidad de soportar bajas temperaturas, estas especies se encuentra en municipios de con mayor altitud como Cuetzalan del Progreso, las cuales manejan climas fríos con altos grados de humedad *B. Oldhamii*, se siembra en parcelas comerciales en la zona por su facilidad de manejo, sin embargo, no es muy común encontrar esta especie dentro de parcelas de pequeños productores, ya que, al ser una especie introducida, muchos productores no conocen las bondades de la especie. Los productores de la Sierra Nor Oriental de Puebla han establecido una gran cantidad de sistemas agroforestales que les permiten enfrentar su situación económica. 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.

Materiales y Métodos

Localización geográfica, material vegetal y condiciones ambientales de las regiones

El estudio del cultivo se desarrolló con dos especies en tres municipios. *Bambusa oldhamii* Munro se estudió en los municipios de Ayotoxco de Guerrero (19°59'N 20°08'O y 97°21' - 97°27' W) a 340 m con clima semicálido, sub-húmedo con precipitación promedio de 3600 mm anuales, temperatura media de 20°C y suelos Andosoles (INEGI, 2010), y Cuetzalan del Progreso (20°06' - 97°57' N y 97°25' - 97°35' W) a 960 m de altitud con clima semicálido subhúmedo con, precipitación promedio de 3759 mm anuales, temperatura media de 20.4°C y suelos Litosoles (INEGI, 2010). *G. angustifolia* Kunth, se estudió en el municipio de Hueytamalco, Puebla, México (19°51' - 20°12' N, y 97°12' - 97°23' W) a 582 m de altitud. El clima es semicálido húmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual es de 2000 mm y la temperatura media de 22°C con suelos regosoles (INEGI, 2010).

Toma de datos

Se realizó una revisión bibliográfica sobre la historia del cultivo en México; así también se viajó a las comunidades para obtener información sobre el sistema bambú en la Sierra Nor Oriental. Para lo anterior se trabajó con informantes clave de la zona, los cuales tienen participación activa dentro de la comunidad y el cultivo. Posteriormente se aplicaron encuestas a pequeños productores y a productores comerciales de bambú para conocer el sistema de producción bambú y las características socio económicas de los productores. 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. Se entrevistaron a 29 productores en Cuetzalan del Progreso, 23 en Hueytamalco y 12 en Ayotoxco de Guerrero, para un total de 64 productores de bambú.

Resultados y Discusión

Las condiciones climáticas presentes en la Sierra Nor Oriental de Puebla, benefician el desarrollo del cultivo de bambú. La altitud es un factor clave para determinar la especie;

el caso de *B. Oldhamii*, la especie necesita condiciones de clima húmedo y con mucha agua, a diferencia de *G. angustifolia* que se caracteriza por ser una especie más tropical, ya que necesita condiciones de clima cálido húmedo.

De acuerdo a lo anterior, se encontró que en la Sierra Nor Oriental de Puebla se encuentran las especies *B. Oldhamii* y *G. angustifolia*, ambas con distintas características de usos y manejo dependiendo de la zona productiva para cada especie, es decir, existen dos grandes sistemas de producción de bambú en la zona: el sistema de producción comercial y el de producción familiar.

Sistema de producción comercial

Este sistema hace referencia a plantaciones comerciales, donde únicamente están productores con capacidad económica y espacio disponible para siembra (mayor a media hectárea) exclusivo para bambú, manejo y cuidados del cultivo. Es claro que durante la etapa de crecimiento del bambú, los productores no reciben ingresos por ese predio. Entonces, los productores en este sistema deben tener mayores superficies de tierra y recursos económicos extras. Los productores comerciales de bambú, tienen la capacidad económica de explotar los recursos con mayor tecnología y contratar expertos en el tema que les ayuden a manejar sus cultivos de forma adecuada; así también, cuentan con los recursos necesarios para importar especies nuevas y así, establecer un sistema de varias especies de bambú en un mismo predio.

Contar con recursos económicos para establecer plantaciones de bambú en la sierra Nor Oriental de Puebla no garantiza el mercado, ya que los distintos productos que genera este sistema se venden de forma unitaria y carecen de un mercado seguro, ya que no se cuenta con la producción necesaria para abastecer la demanda que genera el cultivo. Este sistema de producción de bambú se encuentra principalmente en el municipio de Hueytamalco y Ayotoxco del Progreso, y manejan las especies *B. Oldhamii* por su facilidad de manejo (ver figura 1); y *G. angustifolia*.

Las plantaciones de *B. Oldhamii* en ambos municipios varían entre los 3 meses hasta 35 años, dependiendo de la capacidad de producción y espacio necesario para el cultivo,

van desde media hectárea hasta 10 hectáreas con una distancia de siembra de 5m X 5m para un total de 400 plantas por hectárea.

Estas plantaciones tienen una altura promedio de 17 metros después del cuarto año de siembra (año comercialmente productivo) y mantienen diámetros promedio de 7.33 - 10 pulgadas. El crecimiento observado por la especie (altura y diámetro) puede estar influenciado por las condiciones ambientales presentes en la región, ya que *B. Oldhamii*, es una especie introducida en la región, los productores comerciales han optado por esta especie gracias a la gran diversidad de usos disponibles como la producción de maderas, cerveza, tés de bambú, lentes, e incluso como alimento.



Figura 1. Plantación comercial de *B. Oldhamii* en el municipio de Hueytamalco, Puebla

De los 31 productores comerciales encuestados, más de la mitad han invertido en sus plantaciones mediante algún tipo de insumo, preparación del terreno y renta de jornales para establecer sus parcelas (Cuadro 1)

Cuadro 1. Manejo de *B. Oldhamii* en productores comerciales de la Sierra Nor Oriental de Puebla.

| | | |
|--|-----------------------|------------------------|
| Productores comerciales | 20 | 11 |
| Municipio | Hueytamalco | Ayotoxco de Guerrero |
| Especie | <i>B. Oldhamii</i> | <i>G. angustifolia</i> |
| Edad de la plantación | 3-35 años | 7-10 años |
| Tipo de tierra | Privada | Ejidal |
| Preparación del terreno | Chapeo | No preparó |
| Método de plantación | Rizoma | Rizoma |
| Costo de establecimiento del cultivo (primer año) | 16000 pesos mensuales | 8000 pesos mensual |
| Costos de mantenimiento (después del segundo año) | 8000 pesos mensuales | 4000 pesos mensual |
| Venta principal | Venta por metro | Venta de plántula |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro 1, los productores comerciales de bambú, han invertido en la conservación de sus cultivos, desde la preparación del terreno con la contratación de aproximadamente 10 jornales por hectárea para el establecimiento del cultivo. La principal diferencia entre las plantaciones en los municipios es la edad de la plantación; Hueytamalco fue uno de los principales municipios donde se introdujo *B. Oldhamii* por tener la altitud promedio, clima y humedad para el cultivo, contrario a Ayotoxco de Guerrero donde la especie *G. angustifolia* es un recurso local. El crecimiento simpodial, las espinas y tricomas de *G. angustifolia*, la hacen una especie de difícil manipulación, estas características permitieron el ingreso de especies como *B. Oldhamii* a la región, ya que su crecimiento monopodial y accesibilidad de manejo, han hecho que los productores la prefieran.

De acuerdo a lo anterior, los productores comerciales cultivan la especie *B. Oldhamii* ya que, al poseer tierras privadas, el manejo y transformación es más sencillo; ya que los productores con tierras ejidales, manejan *G. angustifolia* y el uso que le dan es únicamente para el hogar.

Los productores del sistema comercial mantienen un sistema de control de sus cultivos enfocado al mercado, es decir, tienen un año de corte y grosor específico para mantener

la calidad que el mercado exige, como se observa en el cuadro 2.

Cuadro 2: Características de corte de tallos para venta

| Características del tallo antes del corte | | | |
|---|-------------|----------------------------|-------------|
| Años | productores | Grosor de tallo (pulgadas) | productores |
| 0-4 | 10 | 0 | 12 |
| 4 | 6 | 3 | 1 |
| 5 | 8 | 3.5 | 1 |
| 6 | 9 | 4 | 6 |
| 8 | 1 | 5 | 12 |
| | | 6 | 2 |
| Total | 34 | | 34 |

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en el cuadro 2, los productores comerciales de bambú, comienzan sus cortes de tallos para venta a partir del cuarto año de siembra, donde la planta ya adquirió el grosor necesario para venta; el grosor que el mercado exige es a partir de las cuatro pulgadas o sexto año cuando la planta ya terminó su proceso de lignificación y los tallos son más resistentes. Sin embargo, existen productores que han comercializado antes de los cuatro años, esto se debe a la venta de “vareta” para usos en tejidos y construcción. Cabe mencionar que mientras más ancho tenga de grosor el tallo, más caro se puede vender la producción.

La falta de mercado ha llevado a que los productores vendan sus cosechas antes de tiempo y con poco valor agregado, esto debido al tiempo de maduración del bambú, existen productores que han tenido que buscar alternativas para mantener ingresos del cultivo (cuadro3).

Cuadro 3. Precio de venta de producción de plantaciones comerciales de bambú

| Precio de venta de producción de bambú | Número de productores |
|--|-----------------------|
| \$ 10.00 m/n por metro de tallo | 2 |
| \$ 20.00 m/n por metro de tallo | 2 |
| \$ 8.00 m/n por plántula para siembra | 4 |
| Total | 8 |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro 3, existen 8 productores comerciales que han optado por comenzar a producir plántula para venta propagando el cultivo en pequeños invernaderos privados, así también, existen productores que comenzaron la venta de “vareta” de bambú con distintos usos que van desde la construcción hasta tejidos y artesanía local.

Como se mencionó anteriormente el sistema comercial cuenta con el problema de mercado; es decir, la totalidad de productores comerciales entrevistados en la zona, piensan que el principal problema del cultivo es la falta de mercado, razón por la cual han tenido que buscar formas de comercializar el cultivo y han buscado alternativas para su producto mediante capacitaciones tomadas en el extranjero para darle un valor agregado al bambú por medio de distintas formas de aprovechamiento (pago por servicios ambientales, carbón de bambú, maderas, cerveza, tés de bambú, lentes, y como alimento).

Sistema de producción familiar

El sistema de producción familiar lo encontramos principalmente en el municipio de Cuetzalan del Progreso, donde la mayoría de los productores se han dedicado a las actividades del sector primario, es decir, cultivos con gran importancia alimenticia como maíz y frijol, ya que el 50% de los productores encuestados tienen ambas especies para autoconsumo. Durante varios años el café fue la principal fuente de ingresos en la región, no solo para los grandes cafecultores, sino también para los medianos y pequeños productores; sin embargo, la crisis que acarrea el café desde hace unos años, obligó a los productores a diversificar sus fincas con nuevas especies introducidas y con importancia económica como el bambú.

En el sistema familiar el cultivo de bambú se siembra por planta, es decir de trasplante y sin ningún tipo de manejo ni cuidado; de esta forma ningún productor podrá ser comercial ya que no tienen las condiciones de espacio y manejo para producir de forma comercial. Por lo anterior, el bambú se utiliza únicamente para venta de polines a bajo precio, reparaciones en el hogar, o generando un valor agregado por medio de la artesanía,

tejido o autoconsumo.

Se aplicaron encuestas a 33 productores familiares de bambú, los resultados contrastan con el sistema comercial del cultivo (Cuadro 4). El total de los encuestados son pequeños productores los cuales han sembrado el bambú como medio para diversificar sus fincas y obtener un beneficio extra.

Cuadro 4. Principales diferencias de manejo, corte y usos del cultivo de bambú en la Sierra Nor Oriental de Puebla.

| Productores | Sistema de producción | Manejo | Características del corte | Usos |
|--------------------|---------------------------------------|--|---|---|
| Comerciales | Cielo abierto e invernaderos | Labores de 1 a 2 veces al año, realizando aclareo. | A partir de 5 años y 4 pulgadas de grosor | Venta por metro de bambú y plántula |
| Familiares | Traspatio, asociado con maíz y frijol | Si ningún tipo de manejo | Ninguna | Cerco vivo, arreglos en casa (puertas, ventanas, mesas) y tejido de bambú |

Fuente: Elaboración propia

Los productores familiares sembraron la especie *B. Oldhamii* para diversificar sus fincas y traspatios con la promesa obtener mercado a largo plazo para el cultivo, por tal motivo la edad de las plantaciones varía entre los 3 meses hasta los 15 años y tienen entre 5 y 10 plantas por productor.

El 100% de los productores no da ningún tipo de manejo al cultivo, y no se encontró ningún tipo de infraestructura; así también todos los productores utilizan cielo abierto para sus plantas y ninguno de ellos pagó para obtener plántula de bambú.

En el sistema de producción familiar de bambú no se encontró ningún tipo de preparación del terreno, ya que el cultivo se encuentra generalmente en los traspatios de los productores, el bambú fue sembrado como una posible alternativa para obtener ingresos

extra. Por otro lado, en el sistema familiar no existe ningún tipo de insumo para las plantas de bambú, así también al no contar con ningún tipo de mercado para el cultivo, los productores han comenzado a ver al bambú como una plaga dentro de la zona, tomando en cuenta que el bambú fue sembrado aproximadamente 8 años y se ha ido expandiendo naturalmente.

El bambú cumple con tres funciones diferentes de acuerdo a su distribución dentro del sistema familiar, puede servir como barrera viva (figura 2), como parte de reparaciones en casa (mesas, puertas, sillas, ventanas) y usado para el tejido de bambú en ventanas como se observa en la figura 3; es decir, no existe un futuro para los productores familiares de bambú, ya que los usos dados a la planta son únicamente en la vivienda y reparaciones del hogar, sin contar con ningún tipo de producción considerable para vender. La falta de producción, capacitación y manejo del cultivo, ha llevado al sistema familiar a trabajar el bambú para darle valor agregado en forma de artesanía o construcción, estas dos formas son la única manera de aprovechamiento del sistema familiar.

Figura 2. Cerco hecho de bambú en una escuela de Cuetzalan del Progreso



Figura 3. Ventanas hechas con tejido de bambú en una escuela rural en el municipio de Cuetzalan del Progreso.



Los productores del sistema familiar como el comercial, ven al bambú como un cultivo poco viable económicamente (tabla 5), contrastando fuertemente el sistema familiar donde la mayoría ve al cultivo con poca utilidad; por otro lado, los productores comerciales ven al cultivo de forma irregular, dependiendo de la capacidad productiva y del mercado, la opinión general es que el bambú es un cultivo regular. Esto gracias a la poca producción y mercado que tiene el cultivo en la sierra Nor Oriental de Puebla.

Cuadro 5. Consideraciones de productores comerciales y familiares del cultivo de bambú en la Sierra Nor Oriental de Puebla.

| | Sistema comercial | Sistema familiar | Total |
|--------------|-------------------|------------------|-----------|
| Muy útil | 2 | 0 | 2 |
| Útil | 6 | 1 | 7 |
| Regular | 19 | 4 | 23 |
| Poco útil | 7 | 16 | 23 |
| Nada útil | 1 | 8 | 9 |
| Total | 35 | 29 | 64 |

Fuente: Elaboración propia.

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 (Marín et al., 2008).

La producción de bambú en la región se da por medio de dos sistemas distintos, tanto el comercial como el familiar producen especies de mayor valor económico de acuerdo a las condiciones climatológicas, sin embargo, el bambú no se ha podido establecer como un cultivo de importancia económica importante. Autores como Báez (2004) comentan que el bambú podría generar ingreso a las familias rurales y favorecer 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 pequeños productores de la Sierra Nor Oriental de Puebla como parte de la diversificación de su predio, pero la falta de mercado, organización y el poco conocimiento que se tiene del cultivo lleva a que el bambú no tenga el reconocimiento necesario para ser un cultivo de importancia comercial.

El futuro de las plantaciones de bambú, tanto comerciales como familiares en la sierra Nor Oriental de Puebla, hace referencia a un sistema, el cual, no ha tenido oportunidad de crear un modelo replicable de producción y comercialización. La producción del cultivo en el sistema familiar, es casi nulo; el 100% de los productores familiares, no ven ningún tipo de futuro al cultivo, ya que no cuentan con la capacidad productiva para convertirse en productores comerciales, y han comenzado a ver al bambú como una especie a la que se recurre cuando se tiene alguna necesidad. Autores como Pérez-García (2009), mencionan que los principales problemas que presenta el cultivo del bambú en la zona es la falta de asesoría en el manejo del cultivo, donde se recomienda mejorar los programas de capacitación y que las políticas sean más eficientes de difusión en regiones con potencial de crecimiento del bambú.

Se aprecia un notable aumento de personas que están empezando a cultivar la especie con la finalidad de venderla, sin embargo, el futuro del sistema comercial puede ser muy incierto. La falta de comercialización en la zona ha llevado a los productores a buscar formas de aprovechamiento distinto del cultivo, llevándolo a ser un cultivo totalmente

privado en la Sierra Nor Oriental. Esto debido a la poca demanda del cultivo, los productores comerciales han tenido que pagar por asesorías y sobre la diversificación de los productos aprovechables del bambú.

Estos dos grandes sistemas encontrados, contrastan uno del otro, de manera que se necesita comenzar a estructurar la cadena agroalimentaria del bambú, con todas las opciones disponibles para el aprovechamiento del cultivo; de esta manera se podrá ofrecer el cultivo como una alternativa económicamente viable para los agricultores de la zona, sin embargo, por falta de apoyo, desorganización y el mercado casi nulo, el cultivo no está generando la demanda esperada, motivo por el cual los campesinos de la zona han tenido que buscar opciones distintas de trabajo. Pérez-García (2009) comentan que el primer paso deberá ser la creación de una organización que pueda desarrollar un proyecto o programa de acuerdo al cultivo en estudio para beneficio de las comunidades de la sierra Nor Oriental de Puebla.

Conclusiones

El cultivo de bambú presenta diferentes tipos de sistema, dependiendo el municipio y especie. Por tal motivo, existen dos grandes sistemas de producción de bambú, el primero con visión empresarial, y el segundo como un sistema familiar, como una alternativa de diversificación.

El sistema de producción bambú en la sierra Nor Oriental de Puebla presenta problemas de producción y manejo; sin embargo, tanto el sistema comercial como el familiar comparten el problema de la comercialización, no existe ningún tipo de mercado para el cultivo en la zona, el poco comercio es muy incipiente y se da de forma descuidada.

Las condiciones climatológicas que presentan los municipios de la sierra Nor Oriental de Puebla, son las adecuadas para el cultivo de bambú, sin embargo las posibilidades del cultivo son muy pocas, ya que carece de mercado y las plantaciones encontradas son muy escasas para generar un modelo económico replicable; no existe una cadena productiva de especies nativas e introducidas de bambú con la cual los productores de

la zona se beneficien por medio de la diversificación controlada de sus parcelas y traspatio.

Referencias

- Báez, L. 2004. Nahuas de la Sierra Norte de Puebla. Pueblos indígenas del México contemporáneo. CDI: PNUD. México. 39 p.
- Checkland, P.B. (1981). Systems Thinking, Systems Practice. J. Wiley. Chichester Sussex. 330 p.
- Colmenares, LK (2004) Vivienda progresiva de bambú. Tesis de Licenciatura. Facultad de Arquitectura. UNAM, México, D.F. 128 pp.
- Cortés, G., Torres, A., Fuentes J., Aguilar A. (2004). Listado e identificación de las especies endémicas de bambú (POACEAE: BAMBUSOIDEAE) en México. Laboratorio de Botánica. Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Cortés Rodríguez, G.R. (2000). Los bambúes nativos de México. CONABIO. Biodiversitas 30:12-15
- Cruz, RH (1994) La Guadua: Nuestro bambú. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadua. Colombia. 293 p.
- Dixon, J., Gulliver, A., y Gibbon, D., (2001). Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante. FAO y Banco Mundial Roma y Washington, DC. 50 pág.
- Gib, C. (2005). El bambú: su importancia en la ecología y la conservación de las especies nativas. Primer congreso mexicano del bambú 8, 9 y 10 de diciembre del 2005 Xalapa de Enríquez, Veracruz de Ignacio de la Llave México. 112 p.
- Gliessman, S. 2002. El concepto de agroecosistemas. In: Introducción a la Agroecología. McGraw Hill. pp: 17-28.
- Godbole, S., Sood, A., Thakur, R., Sharma, M., Ahuja, P.S. (2002). Somatic embryogenesis and its conversion into plantlets in a multipurpose bamboo. *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. Ex Munro. Current science. 83(7): 885-889

- Gutiérrez, J.A. (2000). Structural adequacy of traditional bamboo housing in Latin America. Technical Report No. 19. International Network for Bamboo and Rattan, Beijing <http://www.inbar.int/publication/pubdetail.asp?publicid=34>.
- Guzmán, C. A., Miranda, M. G., y Lara L. J., (2005). Variación de la emisión y vigor de brotes en cuatro especies de bambú en diferentes condiciones edafoclimáticas de Veracruz. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván, Veracruz.
- Hidalgo, I. O. (1978). Nuevas técnicas de construcción con bambú. Estudios técnicos colombianos Ltda. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- INEGI (2010). Marco Geoestadístico 2010, versión 4.3. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Ayototxco del Progreso, Puebla.
- Judziewicz J., Clark L., Londoño, X., Stern, M. (1999), American Bamboos, Smithsonian Institution Press. Washington D.C., Washington, Estados Unidos. 392 p.
- Kibwage, J. K., Odondo, A. J., Momanyi, G. M. (2008). Structure and performance of formal retailmarket for bamboo products in Kenya. Scientific Research and Essay. 3(6): 229-239
- Kumar, A., Sastry, C. B. (1999). INBAR Red internacional del Bambú y el Ratán. Los productos forestales no madereros y la generación de ingresos. Unasyuva. 50: 48-53.
- Marín, CH. D., Guédez, Y., Márquez, De H. L. 2008. Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) and bamboo (*Bambusa vulgaris* Wendland) plantations in San Javier, Yaracuy state, Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía Luz. 25: 261-285.
- Martínez AMA., Evangelista, V., Mendoza, M., García. G. M, Toledo, G., Wong, A. (1995) Catálogo de Plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla México. Cuadernos 27. Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM, México.
- Moreno, M. E., & Jakob, S. I. (2012). El Aprovechamiento del Bambú para impulsar el desarrollo económico sustentable en México. Observatorio de la Economía Latinoamericana. 37.
- Ovando, I. & W. Sánchez, W. (2005). El empleo de bambúes nativos y la conservación del ecosistema de “chusqueales” en la Sierra Madre de Chiapas, México. LEISA.

21(2): 40.

- Pérez, G. N., Rueda, G. M., Rojo, M. G., Martínez, R. R., Ramírez, V. B., Juárez, S. P. (2009). 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*. 5(3): 335-346
- Ramanayake, S., Meemaduma, V., Weerawardene, T. (2006) In vitro shoot proliferation and enhancement of rooting for the large-scale propagation of yellow bamboo (*Bambusa vulgaris* 'Striata'). *Sci. Hort.* 110: 109–113.
- Rodríguez, R. M., Galicia, L., Sánchez, W., Ceccon, E., Gómez, L., & Zarco, A. (2010). Usos actuales, distribución potencial y etnolingüística de los bambúes leñosos (*Bambuseae*) en México. En: Pochettino M. L, Ladio, A. H., Arenas P.M. (editoras). *Tradiciones y Transformaciones en Etnobotánica*. Ed. CYTED - (RISAPRET), Argentina, pp. 355-363.
- Rodríguez, MRM (2005) Determinación de la distribución potencial de las especies nativas e introducidas de bambú en México. Tesis Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM, 157 pp.
- Ruiz-Sánchez, E. (2009) Delimitación de especies y posición filogenético del género del bambú americano *Otatea* (*POACEAE: BAMBUSOIDEAE*). Tesis Doctorado en Ciencias. Instituto de Ecología, A. C. Veracruz, México. 187 pp.
- Ruiz-Sánchez, E. (2012) A new species of *Otatea* (*Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae*) from Querétaro, México. *Acta Botánica Mexicana*. 99: 21-29.
- Rzedowski, J. (1981). *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México. 432 pp.
- Satya, S., singhal, P., Mohan-Bal, L., Sudhakar, P. (2012). Bamboo shoot: a potencial source of food security. *Mediterr Journal Nutrition*. 5: 1-10.
- Seboka, Y. (2010). *Bamboo charcoal & charcoal briquette production manual*. Etiophia: INBAR-NPMU.
- Sood, A., Ahuja, P. S., Sharma, M., Sharma, O. P., Godbole, S. (2002). In vitro protocols and field performance of elites of an important bamboo *Dendrocalamus hamiltonii* Nees et Arn. *Ex Munro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 71: 55-63
- Sungkaew S., Stapleton C.M.A., Salamin N. and Hodkinson T.R. (2009). Non-monophyly of the woody bamboos (*Bambuseae;Poaceae*): a multi-gene region phylogenetic

analysis of Bambusoideae s.s. Journal of Plant Research 122: 95-108.

Yasodha, R., Kamala, S., Anand Kumar, S. P., Durai Kumar, P., Kalaiarasi, K. (2008).
Effect of glucose on in vitro rooting of mature plants of *Bambusa nutans*. *Scientia Horticulturae*. 116: 113-1

CAPÍTULO V: Bambú (*bambusa* spp.) y sus productores, estudio en tres municipios de la sierra Nor Oriental de Puebla, México.

Bamboo (*bambusa* spp.) and its producers, study in three municipalities of the northeastern sierra of Puebla, México.

Juan Francisco Aguirre-Cadena¹

Benito Ramírez-Valverde^{1†}

Jorge Cadena-Iñiguez²

José Pedro Juárez-Sánchez¹

Laura Caso-Barrera¹

Daniel Martínez-Carrera¹

¹*Campus* Puebla, Colegio de Postgraduados. Km.125.5 Carretera Federal México Puebla, Santiago Momoxpan, San Andrés Cholula, Puebla, México; aguirre.juanf@gmail.com, bramirez@colpos.mx, pjuarez@colpos.mx, lauracaso2004@yahoo.mx, dcarrera@colpos.mx

²*Campus* San Luis Potosí Colegio de Postgraduados, Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México; jocadena@colpos.mx.

†Autor para correspondencia: bramirez@colpos.mx

Resumen

Objetivo: el objetivo fue conocer las condiciones con las que se lleva a cabo el cultivo de bambú, caracterizar la situación socioeconómica de las familias productoras, e identificar el aporte a la economía familiar, así como su perspectiva en el aspecto de uso en tres municipios de la sierra Nor Oriental de Puebla.

Metodología: El estudio se desarrolló en los municipios de Ayotoxco de Guerrero, Hueytamalco y Cuetzalan del Progreso. Se realizó una revisión sobre la historia del cultivo en México en el Herbario Nacional de México (MEXU). Para el levantamiento de información en los municipios, se tomó en cuenta que el sistema bambú estuviera dentro del sistema agrícola local, la selección de los municipios se dio en base a la relación productiva del cultivo y la introducción de especies en la zona; se aplicaron 64 encuestas

a productores de bambú, el cuestionario presentó variables de tipo social, económico, y productivo referente al sistema bambú.

Resultados: De los 135 municipios donde se detectó presencia de bambú, se puede observar que más de la mitad de los municipios tienen niveles de pobreza, ingresos de dos salarios mínimos y población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo por encima del 50%. En la Sierra Nor Oriental de Puebla se encuentran las especies *B. Oldhamii* y *G. angustifolia*, ambas con distintas características de usos; así también se encontraron dos sistemas productivos, el sistema comercial y sistema familiar. Los brotes de bambú pueden ser una alternativa de comida no convencional en comunidades con índices de pobreza y marginación alto, ya que contiene 17 tipos de distintas enzimas, diez elementos minerales y 17 aminoácidos; sin embargo, contiene glucósidos cianogénicos que es toxico para el humano y debe ser eliminado antes de su consumo; así tambien el bambú puede ser utilizado como maderas, artesanías, tejido de bambú y arreglos para el hogar.

Conclusiones: El bambú se encuentra en zonas con índice de marginación y pobreza altos, lo que la hace una especie idónea para comenzar a crear una cadena comercial y de aprovechamiento del cultivo. El sistema familiar sembró bambú para diversificar sus fincas y aumentar sus ingresos; el sistema comercial cuenta con la capacidad económica necesaria para impulsar el cultivo, pero está completamente privatizado y no existe ningún tipo de mercado para productores de bambú de la sierra Nor Oriental de Puebla. El bambú puede ser una alternativa para mejorar las condiciones económicas en comunidades con niveles de pobreza y marginación altos; sin embargo, es muy poco conocido entre los productores.

Palabras clave: marginación, pobreza, artesanias, construccion con bambú

Abstract

Objective: the objective was to know the conditions under which the bamboo plantations takes place, characterize the socioeconomic situation, and identify the contribution to the family economy as well as its perspective in the aspect of use in three municipalities of the north eastern sierra of Puebla.

Methodology: The study was carried out in the municipalities of Ayotoxco de Guerrero, Hueytamalco and Cuetzalan del Progreso. A review was made on the history of cultivation in Mexico at the National Herbarium of Mexico (MEXU). For the gathering of information in the municipalities, it was taken into account that the bamboo system was within the local agricultural system, the selection of the municipalities was based on the productive relationship of the crop and the introduction of species in the area; 64 surveys were applied to bamboo producers, the questionnaire presented social, economic, and productive variables related to the bamboo system.

Results: Of the 135 municipalities where bamboo was detected, it can be seen that more than half of the municipalities have poverty levels, income of two minimum wages and a population with income below the minimum welfare line above 50%. In the north eastern sierra of Puebla, we can find the species *B. Oldhamii* and *G. angustifolia*, both with different characteristics of uses; two productive systems were also found, the commercial system and the family system. Bamboo shoots can be an alternative to unconventional food in communities with high levels of poverty and marginalization, since it contains 17 types of different enzymes, ten mineral elements and 17 amino acids; However, it contains cyanogenic glycosides that is toxic to humans and must be eliminated before consumption.

Conclusions: Bamboo is found in areas with high rates of marginalization and poverty, which makes it an ideal species to start creating a commercial chain and harvesting. The family system planted bamboo to diversify their farms and increase their income; The commercial system has the economic capacity necessary to promote the cultivation but it is completely privatized and there is no market for bamboo producers in the north eastern sierra of Puebla. Bamboo can be an alternative to improve economic conditions

in communities with high levels of poverty and marginalization; however, it is very little known among producers.

Key words: marginalization, poverty, crafts, construction with bamboo

Introducción

La subfamilia de los bambúes (Bambusoideae), está dentro de la familia de las gramíneas una de las más numerosas y también de las más diversas. Se han registrado alrededor de 90 géneros y 1,500 especies de bambú a nivel mundial (Wang et al., 2008).

Los bambúes pertenecen a la familia botánica de las gramíneas, pero a diferencia de la gran mayoría de las especies de esta familia, los bambúes en general son plantas grandes y robustas, se distribuyen desde los 46º de latitud norte hasta los 47º de latitud sur, y desde el nivel del mar hasta los 4 000 metros de altura en los Andes ecuatoriales (Cortés, 2000).

En México existen ocho géneros y 45 especies de bambúes leñosos y tres géneros con cuatro especies de bambusoides herbáceos que habitan principalmente los estados del sureste, a una altitud que va desde el nivel del mar hasta los 3 000 msnm como *Chusquea bilimekii* (Soderstrom et al., 1988).

De las especies nativas reconocidas en nuestros días, se estima que veinte especies introducidas se han diversificado, en mucho, el aprovechamiento tradicional y económico que hoy se contempla tanto en comunidades rurales como en las inmediaciones de las grandes ciudades del país (Moreno & Jakob, 2012). Dentro de las especies nativas, las cinco especies del género *Guadua* que habitan en México, son las más grandes y frondosas de los bambúes mexicanos, ha sido utilizada tradicionalmente en la construcción de viviendas rurales. (Cortés, 2000). La presencia de espinas en los nudos de tallos y ramas es una característica para distinguir las especies de *Guadua* de los otros bambúes nativos (Villegas, 2003).

Bambú en México

Los bambúes leñosos habitan en más de la mitad del territorio, están presentes en 23 de los 36 estados de la República Mexicana (Rodríguez, 2005). Los estados con la mayor riqueza de especies de bambú son: Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Jalisco y Nayarit; en estas seis entidades se encuentra la mitad de las especies del país. Además, en Veracruz, Oaxaca y Chiapas se ubica el 70 % de las especies endémicas, es decir que exclusivamente habitan en dichos estados, los cuales tienen altos índices de marginación y pobreza.

Debido a que los requerimientos de humedad para el desarrollo óptimo de las especies de bambú son elevados, generalmente se les encuentra en sitios donde ésta es abundante (Ovando & Sánchez, 2005). En México, el mayor porcentaje de las especies de bambú nativas crece a las orillas de los ríos, arroyos o en cañadas (Rodríguez, 2005). Esto se debe básicamente a que la humedad en estos sitios además de elevada es constante, sin llegar a ser cenagosa porque los bambúes no toleran las condiciones anaeróbicas, y debido a su sistema de rizomas, el establecerse en estos sitios como laderas escarpadas no es una limitante (Cruz, 1994).

Otro factor importante en la distribución de especies de bambú es la altitud. El gradiente altitudinal en México es muy amplio ya que va desde el nivel del mar donde se pueden encontrar especies de los géneros *Otatea* y *Guadua* hasta más de 3,000 msnm en el que habitan especies del género *Chusquea* (Rodríguez, 2005). Esto se debe principalmente a que México por su ubicación geográfica es un país subtropical, su abrupto relieve permite que existan especies que generalmente se localizan sólo a altas latitudes por requerir humedad constante y ser intolerantes a las altas temperaturas (Judziewicz et al., 1999).

En Puebla, el bambú existe de manera natural, sin embargo, los usos que le dan al cultivo varían dependiendo la especie y productor; el bambú se ha utilizado desde las primeras comunidades humanas como materia prima para sus casas, balsas, puentes, armas, herramientas y comida. Siendo también una de las plantas típicas del hábitat tropical obteniendo múltiples beneficios (Stamm, 2005). Actualmente se usa para construcción

de viviendas, muebles, artesanías, alimento, producción de papel, bastones, utensilios de cocina, cestos, garrochas, alimento para el ganado, juguetes, flechas, material de construcción de viviendas, ornamentales, medicinales, andamios, captura de carbono, reforestación, producción de agua y oxígeno, son solo algunos de ellos (Moreno & Jakob, 2012).

En México, se han registrado 42 usos tradicionales para el bambú, específicamente para las especies que crecen silvestres. El uso del bambú se remonta a tiempos prehispánicos, los totonacas en Veracruz, los huastecos en Hidalgo y Tamaulipas, los aztecas y teotihuacanos en el centro de México, los maya-chontales en Tabasco, han construido casas de bambú y lo siguen haciendo hoy en día (Cortés, 2000).

En la región Huasteca de México, se ha utilizado particularmente dos especies principales de bambú, *Guadua aculeata* y *Otatea acuminata*, ambas usadas para construcción de viviendas en la región, comprendiendo principalmente los estados de Puebla y Veracruz (Moreno & Jakob, 2012). El uso como alimento, es también uno de los menos populares, la parte comestible es el rebrote y únicamente en Veracruz se consumen las especies *Guadua longifolia* y la introducida *Bambusa oldhamii* (Mejía, 2004), actualmente se ha introducido en la sierra Nor Oriental de Puebla el uso de *Bambusa oldhamii* como alimento para generar una cadena productiva del cultivo.

Especies como *Guadua aculeata* y *Guadua angustifolia* que alcanza una longitud mayor a 20 m, son utilizadas comúnmente para elaborar paredes, puertas, ventanas, techos, travesaños y cercas en la región norte de Veracruz y Puebla (Rodríguez et al., 2010; Mejía, 2004), así también en la Sierra Norte de Puebla los culmos de *G. angustifolia* los emplean para hacer canales conductores de agua o jugo de caña, asimismo se hacen floreros que adornan los altares de las iglesias (Ovando & Sánchez, 2005).

Las condiciones climáticas presentes en la Sierra Nor Oriental benefician el desarrollo del cultivo en la zona, por lo que la producción de bambú ha ido aumentando, sin embargo, cuando se busca un aprovechamiento industrial o semi-industrial prácticamente desaparece el aprovechamiento del bambú.

Existen más características de las especies de bambú leñoso que crecen en México que si se investigan podrían ser utilizadas como material para construcción, pulpa para papel, alimento, incluso para su uso medicinal, lo que representa un potencial de aplicación en diversos sectores económicos, así como una base para futuras investigaciones que permitan un aprovechamiento de los recursos que existen en el país (Cortés, 2009).

Con base en lo anterior, el objetivo del estudio fue conocer las condiciones con las que se lleva a cabo el cultivo de bambú, caracterizar la situación socioeconómica de los productores, e identificar el aporte a la economía familiar, así como su perspectiva en el aspecto de uso en tres municipios de la sierra Nor Oriental de Puebla.

Materiales y Métodos

Localización geográfica y condiciones ambientales de las regiones

El estudio se desarrolló en los municipios de Ayotoxco de Guerrero (19°59'N 20°08'O y 97°21' - 97°27' W) a 340 m con clima semicálido, sub-húmedo con precipitación promedio de 3600 mm anuales, temperatura media de 20°C y suelos Andosoles (INEGI, 2010), Hueytamalco (19° 51' y 20° 12' LN, y 97° 12' y 97° 23' LO) a 582 m de altitud. El clima es semicálido húmedo con lluvias en verano, la precipitación promedio anual de 2000 mm y temperatura media de 22 °C con suelos Regosoles (INEGI, 2010) y en Cuetzalan del Progreso (20°06' - 97°57' N y 97°25' - 97°35' W) a 960 m de altitud con clima semicálido subhúmedo con, precipitación promedio de 3759 mm anuales, temperatura media de 20.4 °C y suelos Litosoles (INEGI, 2010).

Toma de datos

Se realizó una revisión de especies de bambú en México para conocer las coordenadas donde se ha registrado presencia de alguna especie de bambú en el Herbario Nacional de México (MEXU), así también se viajó a las comunidades para obtener información sobre el sistema bambú en la sierra Nor Oriental. Para el levantamiento de información en los municipios, se tomó en cuenta que el sistema bambú estuviera dentro del sistema agrícola local, la selección de los municipios se dio con base en la relación productiva del cultivo y la introducción de especies en la zona.

Para la aplicación de encuestas, se realizaron viajes exploratorios a los municipios para contactar informantes clave, los cuales tienen participación activa dentro de la comunidad y el cultivo. Se aplicaron encuestas de tipo informativa a 64 productores de los tres municipios con cualquier tipo de producción de bambú, el cuestionario presentó variables de tipo social, económico, y productivo, considerando los aspectos de características del informante, sistema de producción general y características del cultivo de bambú; el diseño del cuestionario se utilizaron términos sencillos de tal manera que los productores no tuvieran dificultad de entender y contestar las preguntas.

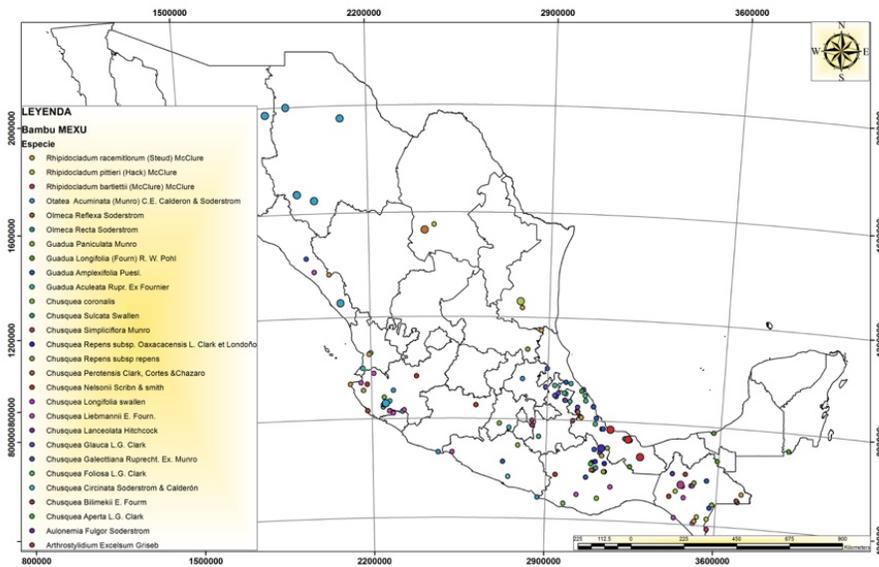
Resultados y Discusión

Bambú, pobreza y marginación

Las diferentes especies de bambúes se caracterizan de acuerdo a la morfología de sus plantas, velocidad de crecimiento, forma de sus hojas, diámetro de sus tallos, entre otras características; en México, las distintas especies de bambú se encuentran principalmente en zonas tropicales, donde la marginación y la pobreza poblacional tiene índices mayores que en resto de la república.

De acuerdo a una revisión bibliográfica en el Herbario Nacional de México (MEXU), el cual custodia la colección más importante de plantas mexicanas, con más de 1 300 000 ejemplares es el herbario más grande del país y América Latina y se encuentra entre uno de los diez herbarios más activos del mundo. Se buscaron todas las especies de bambú en México registradas dentro del herbario y de acuerdo a las coordenadas de recolección, se marcaron en un mapa para ubicar de manera directa el lugar de cada especie registrada en México, como se observa en la figura 1

Figura 1. Distribución de distintas especies de bambú en México, de acuerdo al herbario MEXU.



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos consultados en herbario MEXU.

Como se observa en la figura 1, los estados donde se encuentran con más frecuencia son Veracruz (28), Chiapas (24), Jalisco (19) y Oaxaca (25), Puebla (9), Guerrero (5), Nayarit y México (4), Colima y Sinaloa (3), Hidalgo, Michoacán y Tamaulipas (2), Campeche, Estado de México, Quintana Roo, San Luis Potosí y Tabasco (1).

Las especies registradas dentro del herbario MEXU son 45, dentro de las cuales Guadua amplexifolia se encontró en 16 coordenadas distintas; en general se encontró alguna especie de bambú en 135 coordenadas distintas dentro del territorio nacional, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Frecuencia de alguna especie de bambú registrada en México de acuerdo al herbario MEXU.

| Especie | Frecuencia | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| <i>Arthrostylidium excelsum</i> Griseb | 3 | 2.2 |
| <i>Aulonemia fulgor</i> Soderstrom | 3 | 2.2 |
| <i>Chusquea aperta</i> L.G. Clark | 3 | 2.2 |
| <i>Chusquea bilimekii</i> E. Fourm | 4 | 3.0 |
| <i>Chusquea circinata</i> Soderstrom & Calderón | 13 | 9.6 |
| <i>Chusquea coronalis</i> | 1 | .7 |
| <i>Chusquea foliosa</i> L.G. Clark | 1 | .7 |
| <i>Chusquea galeottiana</i> Ruprecht. Ex. Munro | 1 | .7 |
| <i>Chusquea glauca</i> L.G. Clark | 7 | 5.2 |
| <i>Chusquea lanceolata</i> Hitchcock | 1 | .7 |
| <i>Chusquea liebmannii</i> E. Fourn. | 14 | 10.4 |
| <i>Chusquea longifolia</i> Swallen | 1 | .7 |
| <i>Chusquea nelsonii</i> Scribn & Smith | 4 | 3.0 |
| <i>Chusquea perotensis</i> Clark, Cortes & Chazaro | 4 | 3.0 |
| <i>Chusquea Rrepens subsp repens</i> | 2 | 1.5 |
| <i>Chusquea repens subsp. Oaxacacensis</i> L. Clark et Londoño | 3 | 2.2 |
| <i>Chusquea simpliciflora</i> Munro | 1 | .7 |
| <i>Chusquea sulcata</i> Swallen | 2 | 1.5 |
| <i>Guadua aculeata</i> Rupr. Ex Fournier | 11 | 8.1 |
| <i>Guadua amplexifolia</i> Poesl. | 16 | 11.9 |
| <i>Guadua longifolia</i> (Fourn) R. W. Pohl | 6 | 4.4 |

Continuación tabla 1.

| | | |
|---|-----|-------|
| <i>Guadua paniculata</i> Munro | 9 | 6.7 |
| <i>Olmeca recta</i> Soderstrom | 2 | 1.5 |
| <i>Olmeca reflexa</i> Soderstrom | 2 | 1.5 |
| <i>Otatea acuminata</i> (Munro) C.E. Calderon & Soderstrom | 5 | 3.7 |
| <i>Rhipidocladum bartlettii</i> (McClure) McClure | 1 | .7 |
| <i>Rhipidocladum pittieri</i> (Hack) McClure | 6 | 4.4 |
| <i>Rhipidocladum racemitorum</i> (Steud) McClure | 9 | 6.7 |
| Total | 135 | 100.0 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados en MEXU.

Para encontrar la relación entre el sistema bambú y la condición poblacional de los municipios o localidades que tienen presente algunas especies de bambú, se analizaron las bases de datos de la Conapo, para conocer el grado de pobreza y marginación de los municipios (tabla 2).

Tabla 2. Grado de marginación de las localidades donde se encontró alguna especie de bambú.

| Grado de marginación | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------|------------|------------|
| Muy bajo | 21 | 15.6 |
| Bajo | 15 | 11.1 |
| Medio | 56 | 41.5 |
| Alto | 23 | 17 |
| Muy alto | 20 | 14.8 |
| Total | 135 | 100 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados en Conapo (Consejo Nacional de población 2015).

Como se observa en la tabla 2, el grado de marginación de las comunidades donde se encuentra bambú es generalmente medio; esto indica que el bambú se encuentra de forma natural en localidades con índices de marginación que van desde medio, alto y muy alto. El bambú puede ser una alternativa para aumentar los ingresos económicos de las familias, sin embargo, no se cuenta con el conocimiento necesario de las especies para producir con calidad y generar un mercado que sustente la demanda de productos de bambú.

De los 135 municipios donde se detectó presencia de bambú, se encontró que en más de la mitad tienen niveles de pobreza, ingresos de dos salarios mínimos y población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo por encima del 50%. Los municipios que cuentan con alguna especie de bambú, se encuentran con índices de pobreza mayores al 50%; de acuerdo a datos de Conapo (Consejo Nacional de población 2015), el 89.6% de las localidades con bambú, su población presenta niveles de ingreso inferiores a la línea de bienestar mínimo.

Lo anterior hace referencia a la posibilidad de utilizar el bambú como herramienta de trabajo y para conseguir un aumento en bienestar económico en zonas con altos índices de pobreza. Sin embargo, los estudios de bambú en México son casi nulos, dejando al cultivo como una especie difícil de trabajar, con altos costos de capacitación y sin ningún tipo de conocimiento para los productores que tienen bambú como un recurso local natural y al que no han podido darle ningún tipo de uso.

Bambú en la sierra Nor Oriental de Puebla

El bambú como sistema agroforestal está cobrando importancia económica en la región, desde la introducción de especies hace aproximadamente 15 años, los productores optaron por agregar bambú dentro de sus parcelas y diversificar sus fincas. Las condiciones climáticas presentes en la sierra Nor Oriental de Puebla, benefician el desarrollo del cultivo de bambú. La altitud es un factor clave para determinar la especie; el caso de *B. Oldhamii*, la especie necesita condiciones de clima húmedo y con mucha agua, a diferencia de *G. angustifolia* que se caracteriza por ser una especie más tropical, ya que necesita condiciones de clima cálido húmedo.

De acuerdo a lo anterior, se encontró que en la Sierra Nor Oriental de Puebla se encuentran las especies *B. Oldhamii* y *G. angustifolia*, ambas con distintas características de usos y manejo dependiendo de la zona productiva para cada especie; así también se encontraron dos grandes sistemas de bambú en la Sierra Nor Oriental, el primer sistema comercial hace referencia a un sistema de plantaciones comerciales, donde únicamente los productores con capacidad económica y espacio disponible para siembra (mayor a media hectárea) exclusivo para bambú, manejo y cuidados del cultivo, el otro sistema es el familiar que está presente en la mayoría de los productores de la sierra; donde se usa únicamente para reparaciones en el hogar, sin ningún tipo de valor agregado al cultivo, y las pocas plantas presentes en sus predios, se encuentran en constante competencia con otros cultivos como el maíz y frijol presentes en el 100% de los traspatios de los productores familiares.

Se realizó el levantamiento de información para conocer el perfil socio económico de los tres municipios, se encontró un total de 35 productores con sistema comercial en Ayotoxco (13) y Hueytamalco (22). El sistema familiar de bambú se encuentra en mayor número en el municipio de Cuetzalan del Progreso (29), donde el 100% de los entrevistados poseen superficies pequeñas y únicamente siembran bambú como una forma de diversificar, contrario al sistema comercial, los cuales, aunque cuentan con poca producción han mantenido abierta las posibilidades de mercado en la zona.

La mayoría de los productores de la zona se han dedicado a las actividades del sector primario, es decir, cultivos con gran importancia alimenticia como maíz y frijol, ya que el 50% de los productores encuestados tienen ambas especies en traspatio para autoconsumo. Sin embargo, el empleo de los productores varía; en Cuetzalan donde prevalece el sistema familiar de cultivo, el 100% de los entrevistados, ante las condiciones de pobreza ocasionado por el minifundio y la incapacidad de la agricultura de otorgar lo necesario a las familias, se ven obligados a trabajar fuera de la agricultura, es decir, trabajan de ayudantes de albañiles en la construcción de casas de bambú por medio de proyectos que han llevado instituciones no gubernamentales a la zona. En el caso del sistema comercial, la mayoría de los entrevistados tienen trabajo de jornaleros en las fincas vecinas a la comunidad, e incluso con empleos informales cuando la

demanda de trabajadores es escasa.

Durante varios años el café fue la principal fuente de ingresos en la región, no solo para los grandes cafecultores, sino también para los medianos y pequeños productores; sin embargo, la crisis que acarrea el café desde hace unos años, obligó a los productores a diversificar sus fincas con nuevas especies introducidas y con importancia económica como el bambú. Es por esto que los productores comenzaron a plantar bambú en condiciones de traspatio; por este motivo es que el sistema familiar cuenta únicamente con ciertas plantas de bambú en su traspatio. Contrasta de manera inminente con el sistema comercial que tienen superficies sembradas de entre media hectárea hasta 10 hectáreas sembradas de bambú.

Del total de productores familiares de la zona, el 100% no da ningún tipo de manejo al cultivo y no se encontró ningún tipo de infraestructura; así también todos los productores utilizan cielo abierto para sus plantas y ninguno de ellos pagó para obtener plántula de bambú

En el sistema de producción familiar de bambú no se encontró ningún tipo de preparación del terreno, ya que el cultivo se encuentra generalmente en los traspacios de los productores, el bambú fue sembrado como una posible alternativa para obtener ingresos extra. Por otro lado, en el sistema familiar no existe ningún tipo de insumo para las plantas de bambú, así también al no contar con ningún tipo de mercado para el cultivo, los productores han comenzado a ver al bambú como una plaga dentro de la zona, tomando en cuenta que el bambú fue sembrado aproximadamente 8 años y se ha ido expandiendo naturalmente.

Los productores dentro del sistema familiar que manejan extensiones de tierra muy pequeñas, que generalmente son de traspatio, no tienen la capacidad para producir de manera comercial, lo que ha llevado a generar un cambio de mentalidad sobre el cultivo, ya que al no tener ningún tipo de mercado por la poca capacidad productiva y al no agregar ningún tipo de insumo a las plantas, los bambúes son de mala calidad y generalmente los usos que se les dan son para tejido de bambú, artesanía (macetas, sillas y ventanas), y la venta como polines para la construcción, son una manera en como

los productores le han dado valor agregado a sus plantas.

El bambú como alimento surgió como una alternativa hacia estas regiones, sin embargo, el conocimiento de bambú comestible ha sido muy poco difundido en las comunidades, ya que únicamente existe un grupo de productores comerciales que por medios privados contratan expertos en el tema; de manera que el aprovechamiento del bambú como alimento es muy poco conocido.

Por otro lado, las plantaciones comerciales utilizan el cultivo para producir una diversa gama de productos de bambú como: maderas, cerveza, té de bambú, lentes, y como alimento. Estos cultivos se dan de manera privada y cuentan con la capacidad económica y productiva para mantenerse dentro del mercado; sin embargo, la falta de organización y la poca producción del cultivo ha llevado al sistema comercial a plantear nuevas alternativas de uso y aprovechamiento del cultivo en forma particular, mediante la capacitación de forma privada para aprender distintos usos y formas de aprovechamiento del bambú. Las plantaciones comerciales tienen la capacidad económica de agregar tecnología a las plantaciones de bambú, toda la tecnología aplicada se da de manera privada.

Aunque existen pocas plantaciones comerciales en la zona, se puede observar un desarrollo que promete ser un centro de acopio y producción de bambú capaz de solventar la demanda del mercado sobre productos del bambú, sin embargo, esta transformación se tendrá que dar de manera privada casi en su totalidad, por este motivo las plantaciones comerciales de bambú tendrán un futuro incierto y con la necesidad de producir ante un mercado que va en aumento.

Posibilidades de uso del bambú

La utilización del bambú es muy antigua, pero poco conocida. Esta especie se ha utilizado desde las primeras comunidades humanas como materia prima para sus casas, balsas, puentes, armas, herramientas y comida. Siendo también una de las plantas típicas del hábitat tropical obteniendo múltiples beneficios (Ovando & Sánchez, 2005).

En las comunidades de la Sierra Nor Oriental, los principales usos que le dan al bambú

son para reparaciones en la casa, elaboración de artesanía; como lo menciona Moreno & Jakob, (2012), actualmente el bambú se usa para construcción de viviendas, muebles, artesanías, alimento, producción de papel, bastones, utensilios de cocina, cestos, garrochas, alimento para el ganado, juguetes, flechas, material de construcción de viviendas, ornamentales, medicinales, andamios, captura de carbono, reforestación, producción de agua y oxígeno, son solo algunos de ellos. Otros autores como Martínez et al. (1995), mencionan que en la Sierra Norte de Puebla los culmos de *G. angustifolia* los emplean para hacer canales conductores de agua o jugo de caña, asimismo se hacen floreros que adornan los altares de las iglesias

El uso de bambú como alimento es poco conocido en México, autores como Mejía, (2004), consideran el uso como alimento como uno de los menos populares, la parte comestible es el rebrote y únicamente en Veracruz se consumen las especies *Guadua longifolia* y la introducida *Bambusa oldhamii*. Los brotes de bambú pueden ser una alternativa de comida no convencional en comunidades productoras de bambú, ya que el brote contiene 17 tipos de distintas enzimas y cuenta con diez elementos minerales como cromo (Cr), zinc (Zn), manganeso (Mn), hierro (Fe), magnesio (Mg), níquel (Ni), cobalto (Co) y cobre (Cu), por lo que se consideran ideales para una dieta saludable ya que contienen un alto índice de fibra, vitaminas, aminoácidos y es bajo en grasas (RFRI, 2008). Además, los brotes de bambú contienen aproximadamente 88.8% de agua, más de 3.9% de proteína y 17 aminoácidos. El contenido de aminoácidos de los brotes de bambú es mucho más alto que el encontrado en otros vegetales como el repollo, zanahoria, cebolla y calabaza (Caasi-Lit, 1999b; Caasi-Lit et al., 1999b, 4; 2010a).

Para que las comunidades de la Sierra Nor Oriental de Puebla puedan tener acceso a este tipo de conocimiento y obtener capacitación sobre el bambú comestible será necesario generar una cadena productiva del bambú, donde se identifique los eslabones más fuertes de la cadena productiva y tomando al campesino como una parte importante dentro del sistema; sin embargo, ante la falta de espacio dentro del sistema familiar para aumentar su producción o la incorporación de nuevas plantas para producir con calidad, el productor familiar seguirá obteniendo beneficios del bambú de manera indirecta con el uso para fabricación de artesanía o tejido. Por otro lado, la construcción ha acaparado el

mercado local de bambú, de acuerdo a los proyectos que han llegado a la zona para construcción de casas de bambú, el interés del cultivo hacia otras áreas como el consumo humano ha quedado sin ningún interés para la mayoría de los productores familiares locales.

Ante la situación antes mencionada, los productores comerciales han ido aumentando los espacios de siembra de bambú para generar una línea de productos derivados de bambú, los pocos productores que han logrado consolidarse en el mercado dependen de su capacidad de venta y producción.

Conclusiones

El bambú es una especie tropical que se encuentra en distintas zonas de México, así también se encuentra en zonas con índice de marginación y pobreza altos, lo que hace al bambú una posible especie de aprovechamiento para erradicar un poco los altos índices en zonas marginales mediante el buen uso y aprovechamiento del cultivo.

El bambú es una especie con muy poco estudio en México, lo que la hace una especie idónea para comenzar a crear una cadena comercial y de aprovechamiento del cultivo, con el fin de crear un modelo de éxito que pueda ser replicable en las distintas zonas con especies de bambú, y así fomentar el desarrollo de la zona.

Existen dos tipos de productores en la Sierra Nor Oriental de Puebla, el sistema familiar que sembró bambú con la finalidad de diversificar sus fincas y para aumentar sus ingresos mediante la producción y, el sistema comercial el cual cuenta con la capacidad económica necesaria y está completamente privatizado, este sistema ha ido evolucionando con el tiempo mediante la capacitación de expertos en el tema.

No existe ningún tipo de mercado para productores de bambú, esto ha obligado al sistema comercial a buscar el aprovechamiento de la especie en distintas formas, es decir, como alimento, cerveza, té de bambú y construcción; mientras que el sistema familiar ha encontrado la forma de darle cierto valor agregado al bambú, el ingreso

obtenido es muy reducido de manera que muchos productores han comenzado a ver al bambú como una plaga la cual ha ido creciendo sin ningún tipo de aprovechamiento.

Los brotes de bambú pueden ser una alternativa de comida no convencional en comunidades con índices de pobreza y marginación alto, ya que contiene 17 tipos de distintas enzimas y cuenta con diez elementos minerales como cromo (Cr), zinc (Zn), manganeso (Mn), fierro (Fe), magnesio (Mg), níquel (Ni), cobalto (Co) y cobre (Cu), 88.8% de agua, más de 3.9% de proteína y 17 aminoácidos

Bibliografía

- Caasi-Lit, MT, Mabesa, LB, Candelaria, RB. (2010^a). Bamboo shoot resources of the Philippines: I. Edible bamboo and the current status of the local bamboo industry. Philippine Journal of Crop Science. 35(2): 54-68.
- Caasi-Lit, MT. (1999b). Bamboo as food. In bamboo + coconut {Kawayan + Lubi}. Philippine coconut Research and development foundation, Inc (PCRDF), Pasing City, 24 p.
- Consejo Nacional de Población. 2015. Índices de marginación por entidad federativa. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-de-marginacion-por-entidad-federativa-y-municipio-2015>
- Cortés, R. (2009). Consideraciones sobre la Reforestación con Bambú en México. Revista electrónica México Forestal. Comisión Nacional Forestal (Conafor). (108).
- Cortés Rodríguez, G. R. (2000). Los bambúes nativos de México. CONABIO. Biodiversitas 30: 12-15.
- Cruz, RH. (1994). La Guadua: Nuestro bambú. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadua. Colombia. 293 p.
- Martínez, AMA., Evangelista, V., Mendoza, M., García, GM., Toledo, G., Wong, A. (1995) Catálogo de Plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla México. Cuadernos 27.

- Jardín Botánico, Instituto de Biología, UNAM, México.
- Mejía, M. (2004), Los bambúes Nativos de México. Instituto de Ecología, A.C., American Bamboo Society, The Bamboo of the Americas, Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Moreno, M. E., & Jakob, S. I. (2012). El Aprovechamiento del Bambu para impulsar el desarrollo economico sustentable en México. Observatorio de la Economía Latinoamericana. 37.
- Ovando, I. & W. Sánchez, W. (2005). El empleo de bambúes nativos y la conservación del ecosistema de “chusqueales” en la Sierra Madre de Chiapas, México. LEISA. 21(2): 40.
- RFRI (2008). Bamboo as food and medicine. Report of Rain Forest Research Institute (RFRI). Jorhat, India. www.icfre.gov.in/new/rfri/Bamboo_%20food_%20medicine_221206.pdf.
- Rodríguez Marín, R. M., Galicia. L., Sánchez, W., Ceccon, E., Gómez, L., & Zarco, A. (2010). Usos actuales, distribución potencial y etnolingüística de los bambúes leñosos (Bambuseae) en México. En: Pochettino M.
- Soderstrom, T. R., E. Judziewicz y L.G. Clark. (1988). Distribution patterns in Neo-tropical bamboos. En: Proceedings of the Neotropical Biotic Distribution Pattern Workshop, Río de Janeiro, Academia Brasileira de Ciencias, pp. 121-157.
- Stamm, J. (2008), La Evolución de los Métodos constructivos en Bambú. Segundo Congreso Mexicano del Bambú, Puebla, México. Disponible en: <http://www.yamay.com.ar/images/ArquitecturayBambuJorge%20Stamm.pdf>
- Villegas, M. (2003). Guadua: arquitectura y diseño. Villegas Asociados, S. A., Bogotá Colombia.
- Wang, G., I. J, Dai S, He G (2008) Achieving sustainable rural development in Southern China: the contribution of bamboo forestry. International Journal of sustainable Development & World Ecology 15(5): 484-495.
- Rodríguez, MRM (2005) Determinación de la distribución potencial de las especies nativas e introducidas de bambú en México. Tesis Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM, 157 pp.
- Ovando, I. & W. Sánchez, W. (2005). El empleo de bambúes nativos y la conservación

del ecosistema de “chusqueales” en la Sierra Madre de Chiapas, México. LEISA.
21(2): 40.

Judziewicz, J., Clark L (1999), American Bamboos, Smithsonian Institution Press
Washington and London.

CONCLUSIONES GENERALES

Las condiciones climatológicas que presentan los municipios de la sierra Nor Oriental de Puebla, son las adecuadas para el cultivo de bambú, sin embargo las posibilidades del cultivo son muy pocas, ya que carece de mercado y las plantaciones encontradas son muy escasas para generar un modelo económico replicable; no existe una cadena productiva de especies nativas e introducidas de bambú con la cual los productores de la zona se beneficien por medio de la diversificación controlada de sus parcelas y traspatio.

Las plantaciones comerciales de bambú en la Sierra Nor Oriental de Puebla, utilizan especies como *G. Angustifolia* y *B. oldhamii* por su facilidad de manejo y tradición. Tomando en cuenta que *B. Oldhamii* es una especie introducida en la zona hace más de 15 años, ha desarrollado un papel importante en el desarrollo económico de la zona por su facilidad de manejo y capacidad de almacenar carbono; estas especies pretenden ser el potencial económico de la zona mediante las distintas formas de aprovechamiento del bambú.

El bambú representa una alternativa de nutrición diferente a las comunidades de la Sierra Nororiental de Puebla, ya que es una planta abundante, fácil de cosechar, no requiere de cuidados extensivos y, es un alimento que cuenta con un alto contenido de proteína, carbohidratos, minerales y poca grasa, se podría tomar como una alternativa viable para las familias de la zona.

El cultivo de bambú presenta diferentes tipos de sistema, dependiendo el municipio y especie. Por tal motivo, existen dos grandes sistemas de producción de bambú, el primero con visión empresarial, y el segundo como un sistema familiar, como una alternativa de diversificación, también presenta problemas de producción y manejo; sin embargo, tanto el sistema comercial como el familiar comparten el problema de la comercialización, no existe ningún tipo de mercado para el cultivo en la zona, el poco comercio es muy incipiente y se da de forma descuidada.

El bambú es una especie tropical que se encuentra en distintas zonas de México, así también se encuentra en zonas con índice de marginación y pobreza altos, lo que hace al bambú una posible especie de aprovechamiento para erradicar un poco los altos índices en zonas marginales mediante el buen uso y aprovechamiento del cultivo.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

10- ¿Podría indicarnos la superficie total que posee? _____ ha

11- Indique el tamaño de tierras que poseía por tipo de propiedad en 2017

| N. Predios | Superficie (ha) | Tipo propiedad** | Cultivos sembrados*** | Plantas/ha |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------------|------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| Total | | | | |

* 1) Muy fuerte 2) Ligera 3) Plana ** 1) P privada 2) P ejidal 3) P comunal 4) Rentada 5) Medias

*** 1) Guadua Angustigolia 2) Guadua aculeata 3) Guadua amplexifolia 4) Otatea acuminata aztecorum 5) Otatea mbriata 6) Chusquea glauc 10) Otro _____

12- ¿Cuáles de los siguientes insumos agropecuarios usó usted en las actividades agrícolas?

| Cultivos | Semilla mejorada | Pesticidas | Fertilizantes | Abonos orgánicos | otro |
|----------|------------------|------------|---------------|------------------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

13- ¿ la actividad agricola la realiza principalmente en forma?

1) Individual 2) familiar 3) en grupo 4) contrata a alguien

14- En caso de que también se haya dedicado a la actividad pecuaria, señale el número de animales por especie que posee. En caso de haber trabajado en grupo, favor de indicar el número de socios

| Especies animales | N. de cabezas | Estado de desarrollo | Vacunaciones | Medicamento | Alim balanceado | Asistencia técnica (veterinario) | Destino 1)venta, 2)autoc onsumo 3)ambos |
|--------------------------|---------------|----------------------|--------------|-------------|-----------------|----------------------------------|---|
| Bovinos de leche y carne | | | | | | | |
| Puercos | | | | | | | |
| Cabras | | | | | | | |
| Borregos | | | | | | | |

- 1) Muy fuerte 2) Fuerte 3) Regular 4) Ligero 5) Nulo

57-En los últimos cinco años ha renovado las plantaciones de bambú?

- 1) Si 2) No

58-¿Tiene una fecha especial para cortar los tallos del bambú?

- 1) Si ¿Cuál? _____
2) No

59-¿Qué características del tallo considera antes de cortarlo?

- 1) Edad ¿Cuál? _____
2) Grosor del tallo ¿Cuál? _____
3) Altura ¿Cuál? _____
4) Otro (especifique) _____

60-¿A quien le vendió su cosecha de bambú?

1. Vienen a comprarlo a la comunidad o municipio
2. Lo vende en la comunidad
3. Lo lleva a otro lugar
4. Lo trabaja él mismo
5. Otro _____

61.- ¿Cuál fue la producción total del cultivo de bambú?

62.-¿A qué precio vendió su producción de bambú? _____

63-¿Cuáles son sus principales problemas en el cultivo del bambú?

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1) Las sequías | 11) El control de las enfermedades |
| 2) Los vientos | 12) El control de las plagas |
| 3) Las granizadas | 13) El control de las malezas |
| 4) Las heladas | 14) La Fertilización |
| 5) La comercialización de su producto | 15) La preparación del suelo |
| 6) La Siembra | 16) Bajo rendimiento |
| 7) Falta de Maquinaria | 17) Plantaciones deficientes |
| 8) Falta de Organización | 18) Poco valor agregado al bambú |
| 9) Falta de Apoyo Gubernamental (Créditos) | 19) comercialización |
| 10) Precios Bajos | |

64-Indique los costos de producción que realizó para su cultivo de bambú

| Actividad | Costo (\$)/ha |
|---|---------------|
| Renta del terreno | |
| Siembra | |
| Pago de jornales por siembra costo por ha | |
| Barbecho | |
| Rastra | |
| Nivelacion | |

| | |
|--|--|
| Surcado | |
| Vástagos (pieza | |
| Control de plagas (Insecticida costo por ha) | |
| Pago de jornales por la aplicación por ha | |
| Enfermedades | |
| Control de malezas | |
| Pago de jornales por la aplicación por ha | |
| Cosecha | |
| Materiales para empaque | |
| Secado | |
| Almacén | |
| Comercialización (transporte) | |
| Asesoría técnica | |
| Otro | |

65-¿Con qué equipo y herramientas contó para la producción de su cultivo de bambú (propio, alquiler, derecho, préstamo)?

| Tipo de equipo y herramientas | Tipo de propiedad (1 propio, 2 préstamo, 3 alquiler,) |
|--|---|
| Productiva | |
| Herramientas de mano (Pala, azadón, machete) | |
| Rastra | |
| Arado | |
| Cosechadora | |
| Picadora | |
| Otras | |

66-¿Con qué infraestructura cuenta para realizar actividades en la producción de su cultivo de bambú?

| Tipo de infraestructura | Tipo de acceso (1 propio, 2 préstamo, 3 alquiler,) |
|--|--|
| Productiva | |
| Fuente de agua (sistema de riego, abrevadero, pilas) | |
| Cielo abierto | |
| Malla sombra | |
| Combinado (abierto y malla) | |
| Invernadero (nave, bancal) | |
| Construcciones (taller, oficinas, cuarto) | |

67.-¿Qué porcentaje de sus ingresos totales representa el cultivo bambú con respecto al ingreso familiar?

Porcentaje _____

68.- ¿Como considera usted económicamente el cultivo de bambú?

- | | |
|-------------|--------------|
| 1. Muy útil | 4. Poco útil |
| 2. Útil | 5. Nada útil |
| 3. Regular | |

69.-¿Le da usted algún tipo de valor agregado a la producción de bambú?

- | | |
|-------|-------|
| 1) Si | 2) No |
|-------|-------|

70.- ¿Cuál es el valor agregado a su cultivo de bambú?

71.-¿Recibió asesoría técnica para el cultivo de bambú, mencione en qué actividad la recibió?

1. Preparación del terreno
2. Plantación
3. Prevención ó control de malezas
4. Prevención ó control de enfermedades
5. Prevención ó control de plagas
6. Cosecha
7. Transformación
8. Comercialización
9. Otro (especifique) _____

72.- ¿De quién ha recibido el apoyo para su cultivo de bambú?

- 1) Gobierno federal (SAGARPA; FIRCO; FINANCIERA, SENASICA, INIFAP)
- 2) Gobierno estatal
- 3) Presidencia municipal
- 4) Asistencia privada (Empresas, contrato)
- 5) Institución educativa (Chapingo, COLPOS, BUAP)
- 6) Otro (especifique) _____

73.- ¿Qué cantidad ha recibido por asesoría (pesos) para su cultivo de bambú?

\$ _____

CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

74.-¿Cree usted que el tiempo es el mismo que el de sus abuelos o de sus padres?

- | | |
|------|------|
| 1)Si | 2)No |
|------|------|

75.-¿Piensa que ha cambiado el clima?

- | | |
|------|------|
| 1)Si | 2)No |
|------|------|

76.-¿Qué cambios climáticos ha notado usted que estén sucediendo en su comunidad?

- | | |
|---------------------------|----------------|
| 1) Hace más calor | Hace más frío |
| 2) Mas lluvia | Menos lluvioso |
| 3) Hace mas frío | |
| 4) Todo sigue igual | |
| 5) Otro(especifique)_____ | |

77-¿Por qué piensa que suceden esos cambios?

- 1) Así lo quiere Dios
- 2) Por el Calentamiento de la Tierra o Cambio climático
- 3) Hay mucha contaminación
- 4) Otro(especifique)_____

78-¿Por qué cree usted que se están presentando estos cambios?

- 1) Por que hay mas gente
- 2) Por que se cortan mas árboles
- 3) Por que se contamina más
Porque hay más casas
Por la contaminación de los ríos
- 4) Otro(especifique)_____

79-¿Como cree usted que contaminamos el aire?

- a) Cuando quemamos
- b) Por usar los autos
- c) Por la industria ETC

80-¿Ha escuchado hablar del Calentamiento de la Tierra o Cambio climático?

- | | |
|------|------|
| 1)Si | 2)No |
|------|------|

SERVICIOS AMBIENTALES

81-¿Sabe usted que beneficios nos ofrecen los bosques?

- | | |
|------|------|
| 1)Si | 2)No |
|------|------|

82-¿Sabe usted de donde proviene el aire que respiramos?

- | | |
|------|------|
| 1)Si | 2)No |
|------|------|

83- ¿Sabia usted que los árboles son los que generan el aire limpio que respiramos?

- | | |
|------|------|
| 1)Si | 2)No |
|------|------|

84-¿Sabía usted que cuando los bosques producen aire puro nos están ofreciendo un SERVICIO AMBIENTAL?

- | | |
|------|------|
| 1)Si | 2)No |
|------|------|

85-¿Ha escuchado hablar del Pago por Servicios Ambientales?

- | | |
|------|------|
| 1)Si | 2)No |
|------|------|

86-¿Sabía usted que los Servicios Ambientales son pagados?

1)Si 2)No

87-¿Conoce qué organismos o instituciones participan en el pago por servicios ambientales?

1)Si mencione la institución _____ 2)No

88-¿Sabe que a que se dedica la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)?

1)Si 2)No

89-¿Conoce los programas que maneja la CONAFOR?

1)Si 2)No

90-¿Estaría dispuesto a participar en un programa donde le paguen por tener plantas que produzcan aire puro para respirar?

1)Si 2)No

91-¿Sabe cómo acceder a estos programas?

1)Si 2)No

92-¿Conoce que plantas generan aire limpio? Menciónelas

1) _____
2) _____

93-¿Sabe cuales son los servicios ambientales que ofrecen los bambúes?

1)Si 2)No

94-Sabía usted que el bambú es una planta que genera mucho aire puro mediante la captura de carbono ambiental?

1)Si 2)No

95-¿Considera que el bambú puede ser una alternativa económica mediante el pago por servicios ambientales?

1)Si 2)No

96-¿Sí le pagaran por el concepto de servicios ambientales ampliaría su plantación de bambú?

1)Si 2)No

97-¿Estaría dispuesto a plantar únicamente bambú en su predio?

1)Si 2)No

98-¿En Cuánto vendería el servicio ambiental para que sus plantas de bambú generen aire limpio?

99-¿sabe usted que es la huella de carbono?

1)Si 2)No

ORGANIZACIÓN

100-¿Pertenece usted actualmente a una organización de productores de bambú?

1. Si. Nombre: _____

2. No.

101-¿Dígame usted con que objetivo se organizaron?

102-¿Qué tipo de organización es?

1. Grupo solidario

4. Sociedad Ganadera

2. Sociedad de crédito

5. Comercialización de bambú

3. Cooperativa de producción

6. Otro _____

103-¿Ha participado usted en algún tipo de organización en el pasado?

1.- Si En que año: _____

104-¿A qué tipo de organización perteneció anteriormente?

1. Grupo solidario

5. Comercialización

2. Sociedad de crédito

6. Otro _____

3. Cooperativa de producción

4. Sociedad Ganadera

105-¿Cree usted que estar organizado o pertenecer a alguna organización de campesinos representa beneficios para el productor?

1)Si 2) No

¿Por que?

106-¿En caso de no, ¿le gustaría participar en una organización?

1) Si 2) No

107-¿Cuál considera que es la utilidad de la organización?

1. Muy útil

4. Poco útil

2. Útil

5. Nada útil

3. Regular

8. Otro (especifique) _____

125-¿Cuánto obtiene de ingreso aproximadamente semanalmente cuando sale a trabajar?

\$ _____

126- ¿Que porcentaje representa el salario que obtiene con respecto a la actividad agrícola o ganadera?

Porcentaje _____

127-¿En qué meses del año sale a trabajar con mayor frecuencia?

1) Enero 2) Febrero 3) Marzo 4) Abril 5) Mayo 6)Junio 7)Julio
8) Agosto 9) Septiembre 10) Octubre 11)Noviembre 12)
Diciembre

128-¿Cuándo sale a trabajar, cada que tiempo regresa al hogar?

1. Semanalmente
2. Cada 15 días
3. Cada mes
4. No tiene fecha
5. Otro _____

129-¿Ha trabajado en alguna ocasión en Estados Unidos?

1. Si Mencione el lugar _____ y la fecha de ____ a ____
2. No

130-¿Está trabajando o trabajó alguno de sus hijos en Estados Unidos?

1. Si mencione el lugar _____ y la fecha de ____ a ____
2. No

131- ¿El trabajar fuera ayuda a sufragar los gastos de la familia?

- 1)Si
- 2)No

132- ¿Que tanto ayuda económicamente a su familia trabajar fuera?

1. Mucho
2. Regular
3. POCO

133-¿Piensa salir a trabajar fuera de su comunidad este año?

- 1)Si
- 2)No

134-¿En qué piensa trabajar?

1. Construcción
2. De jornalero en el campo
3. Albañil
4. Obrero
5. Ayudante de albañil

135-¿A qué lugar piensa salir a trabajar? _____

136-¿Cuál es el motivo por el que va a salir a trabajar fuera de su localidad?

1. El bambú no da para vivir
2. No hay empleo en la comunidad
3. Pagan poco como jornalero y sale en búsqueda de mejores ingresos
4. Tiene conocidos donde va y le dan empleo inmediatamente
5. Otro_____

GRACIAS

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE BAMBÚ (*Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa oldhamii* Munro) EN LA SIERRA NORORIENTAL DE PUEBLA, MÉXICO

BAMBOO PRODUCTION SYSTEM OF *Guadua angustifolia* Kunth and *Bambusa oldhamii* Munro IN THE NORTHEAST SIERRA OF PUEBLA

Aguirre-Cadena, J.F.¹; Cadena-Iñiguez, J.²; Ramírez-Valverde, B.^{2*}; Juárez-Sánchez, J.P.¹; Caso-Barrera, L.¹; Martínez-Carrera, D.¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Km 125.5 Carretera Federal México Puebla, Santiago Momoxpan, San Andrés Cholula, Puebla, México. ²Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.

*Autor para correspondencia: bramirez@colpos.mx

ABSTRACT

The use of bamboo is very old, but little known in Mexico. In Puebla, producers are incorporating bamboos into their farms as part of this diversification. The objective of the study is to know the production systems of *Guadua angustifolia* Kunth, and *Bambusa oldhamii* Munro and describe their use by the residents of Ayotoxco de Guerrero, Hueytamalco and Cuetzalan del Progreso in the North Eastern Sierra of Puebla, Mexico. Surveys were applied to small producers and commercial bamboo producers in the area with the help of key informants. Two large bamboo systems were found, the system of commercial plantations, more than half a hectare exclusively for bamboo, management and uses such as wood production, beer, bamboo teas and as food. The family system is present in most of the producers, the backyard is cultivated with corn and beans, the uses are exclusive for repairs in the home. The climatic conditions present in the Sierra Nor Oriental, benefit the development of bamboo cultivation, however, the main problem of cultivation in both systems, is the lack of market, the little trade is incipient and neglected, for this reason They have sought to diversify their farms without success, since there is no productive chain of bamboo in the area.

Keywords: commercial system, family system, productive chain, farmer, poverty, native

RESUMEN

La utilización del bambú es muy antigua, pero poco conocida en México. En Puebla, los productores están incorporando bambúes a sus predios como parte de la diversificación. El objetivo del estudio es conocer los sistemas de producción de *Guadua angustifolia* Kunth, y *Bambusa oldhamii* Munro y describir su aprovechamiento por los pobladores en tres comunidades de la Sierra Nor-Oriental de Puebla, México. Se aplicaron encuestas a pequeños productores y a productores comerciales de bambú de la zona. Se encontraron dos grandes sistemas de bambú, el sistema de plantaciones comerciales, mayor a media hectárea exclusiva para bambú, mantenimiento de la plantación y producción destinada al mercado en distintas formas. El sistema familiar está presente en la mayoría de los productores, el bambú se encuentra en los pequeños predios de cultivo, principalmente maíz y frijol, no existe manejo agronómico y los usos son exclusivos para las necesidades del hogar. Las condiciones climáticas presentes en la Sierra Nor Oriental, benefician el desarrollo del cultivo de bambú, sin embargo, el principal problema del cultivo en ambos sistemas, es la falta de mercado, el poco comercio se da de forma incipiente y descuidada, por tal motivo han buscado diversificar sus fincas sin éxito, ya que no existe una cadena productiva de bambú en la zona.

Palabras clave: sistema de producción comercial, sistema de producción familiar, cadena productiva, campesino, pobreza, indígena.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 8, agosto, 2018, pp. 167-175.

Recibido: enero, 2018. Aceptado: mayo, 2018.

AGRO | 167

Posibilidades del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) para la alimentación humana en la Sierra Nororiental de Puebla, México
Possibilities of bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) for human consumption in Sierra Nororiental of Puebla, Mexico

Juan F. Aguirre Cadena¹, Benito Ramírez Valverde², Jorge Cadena Íñiguez³, Laura Caso Barrera², José P. Juárez Sánchez² y Daniel C. Martínez Carrera²

Palabras clave: brotes de bambú; ácido cianhídrico; cocción; alimento
Keywords: shoots; hydrocyanic acid; cooking; food

Recepción: 23-03-2018 / Aceptación 27-07-2018

Resumen

Introducción: Los brotes de bambú son una alternativa de comida vegetal no convencional ya que contiene 17 tipos de diferentes enzimas y más de 10 elementos minerales; también contiene un alto índice de fibra, vitaminas, aminoácidos, y es bajo en grasas. Sin embargo, contiene ácido cianhídrico (HCN) un compuesto tóxico, que debe eliminarse de los brotes antes de su consumo. El objetivo de la investigación fue evaluar el contenido de HCN y como consecuencia recomendar su consumo.

Método: La cuantificación del HCN se realizó por el método propuesto por Hake y Bradbury, el cual consiste en tiras de papel impregnado de picrato que en presencia de HCN produce isopurpurina, la cual puede ser detectada por espectrofotometría. Para conocer la diferencia entre los tratamientos de acuerdo al tiempo de cocción en la reducción de ácido cianhídrico se utilizó un diseño experimental completamente al azar. El análisis de tejido vegetal y bromatológico se realizó con los siguientes procedimientos: grasa (Soxhlet), fibra cruda (Digestión ácida y alcalina), nitrógeno (Micro Kjeldhal), humedad y cenizas (Gravimetría). El contenido de nutrientes, P y B (Colorimetría) y Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Zn y Cu (Espectrofotometría de absorción atómica).

Resultados: El contenido de HCN es más alto en brotes crudos y, disminuyó notablemente con los tiempos de cocción. Al hervir durante 15 minutos se redujo en 73 %; con 30 minutos fue del 93.64 % y durante 60 minutos disminuyó 98.7 %. Los componentes bromatológicos de brotes de bambú bajo diferentes tiempos de cocción presentan variaciones más contrastantes en el porcentaje de grasa, proteína y cenizas. La cantidad de grasa, proteína y humedad aumentan de acuerdo al tiempo de hervor, la fibra cruda es mayor en brotes hervidos entre 15 y 30 minutos. El análisis nutrimental del tejido vegetal mostró que el P, K, Fe, Mn y Zn disminuyeron su contenido con el tiempo de

¹ Estudiante de Posgrado del programa de Doctorado en el Colegio de Postgraduados Campus Puebla

² Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. E-mail: bramirez@colpos.mx

³ Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí

© Universidad De La Salle Bajío (México)