



 **tikal**

Volumen XV, No. 2
Julio - Diciembre 1997



**APORTES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS EN SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

La Revista Tikalia es el órgano oficial de divulgación de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Su propósito es contribuir al desarrollo de las Ciencias Agrícolas mediante la publicación de artículos científicos y técnicos que reflejan los resultados de las investigaciones que realizan profesores y estudiantes de la Facultad; así como la publicación de artículos teóricos elaborados por científicos y técnicos de otras universidades e instituciones de investigación agrícola que se adecúen a las necesidades del desarrollo académico de la Facultad.

Los autores son responsables del contenido de sus artículos.



Órgano de divulgación de la
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Vol. XV, No. 2



Guatemala
1997

Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Junta Directiva

Decano: Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Secretario: Ing. Agr. Guillermo Méndez Beteta
Vocal I: Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
Vocal II: Ing. Agr. William Roberto Escobar López
Vocal III: Ing. Agr. Alejandro Hernández
Vocal IV: Br. Estuardo Enrique Lira Prera
Vocal V: P.A. Edgar Danilo Juárez Quim

Comité Editorial

Lic. David Pinto Díaz
Dr. Luis Mejía
Ing. Agr. Silvel Elías
Ing. Agr. Carlos Fernández
Periodista Dennis Escobar Galicia

Editor: Raúl Figueroa Sarti.
Ilustraciones interiores: Mario E. Véliz Pérez.

Portada: *Ipomoea signata* House.
Dibujo de Mario E. Véliz Pérez.

Edición y Artes Finales: F&G Editores
Telefax: (502) 4740214
e-mail: fgeditor@guate.net

Impresión: Fotograbado Llerena
Telefax. (502) 2324372

Revista *Tikalía*
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala
Teléfono: (502) 4769770
Fax: (502) 4769770
Correo electrónico: comited.agro@usac.edu.gt

PRESENTACIÓN

Con este número *Tikalía* arriba a su XV aniversario. Durante quince años ininterrumpidos hemos contribuido al desarrollo de las ciencias agrícolas y la conservación de los recursos naturales renovables. Llegar a esta edad en un país donde se carece de expresiones científicas es un éxito. Nos comprometemos a continuar mejorando el contenido y la forma de este órgano divulgativo.

Este número (Volumen XV, número 2) contiene cinco aportes científicos sobre fitogenética, patología vegetal, manejo forestal, ecología humana y biotecnología.

El artículo "Fitogeografía de los taxa silvestres de *Phaseolus* en México y Guatemala" presenta un estudio de la distribución geográfica del *Phaseolus* con el objetivo de aproximarse a la fitogeografía de este género en el área citada.

El estudio de Gustavo Adolfo Alvarez sobre la muerte descendente y el cáncer del tallo del zapote, presenta un análisis realizado en el Centro de Diagnóstico Fito-patológico de la FAUSAC.

En el área de los recursos naturales renovables, los investigadores Juventino Gálvez y Claudio Cabrera presentan un artículo sobre las especificaciones técnicas para el manejo forestal en bosques latifoliados tropicales.

El artículo de Alfonso Arrivillaga "Notas sobre antropología y conservación: naturaleza y cultura" es

un aporte a la discusión sistematizada sobre estudios de naturaleza y cultura.

“La propagación de dos especies de zarzaparrilla” de Domingo Amador-Pérez presenta las diferentes respuestas de dos especies de dicha monocotiledónea a los sistemas de cultivo *in vitro*. Con este estudio el autor obtuvo la Maestría en Ciencias con especialidad en Biotecnología de Plantas.

Esperamos que los lectores contribuyan con sus críticas y sugerencias a mejorar este esfuerzo editorial.

Los editores

CONTENIDO

- 13** Fitogeografía de los taxa silvestres de Phaseolus en México y Guatemala
José Vicente Martínez A.
J. Rogelio Aguirre R.
J. Antonio Reyes A.
O. Alfonso Delgado S.
- 37** La muerte descendente y el cáncer del tallo en el zapote
Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez
- 47** Especificaciones técnicas para el manejo forestal en bosques latifoliados tropicales
Juventino Gálvez Ruano
Claudio Cabrera Gaillard
- 65** Notas sobre antropología y conservación: naturaleza y cultura
Alfonso Arrivillaga Cortes
- 83** Propagación de dos especies de zarzaparrilla por técnicas de cultivo de tejidos
Domingo Amador-Pérez
- 99** AVANCE DE INVESTIGACIÓN: Evaluación preliminar de 18 cultivares de jícama (*Pachyrrhizus sp.*) en el valle de la ciudad de Guatemala. Guatemala
Antbal B. Martínez
- 107** Guía abreviada para la preparación de artículos

RESÚMENES

Fitogeografía de los taxa silvestres de *Phaseolus* en México y Guatemala. José Vicente Martínez A., J. Rogelio Aguirre R., J. Antonio Reyes A., O. Alfonso Delgado S.

En este artículo se presenta un estudio de la distribución geográfica del género *Phaseolus* en México y Guatemala con el objetivo de aproximarse a la fitogeografía de este género en el área citada. Tomando como base la división fisiográfica del área y con criterios ecogeomorfológicos, se definieron 117 unidades geográficas, a las cuales se asignaron los registros de sitios específicos de recolecta de los 42 taxa de *Phaseolus* encontrados en el área de estudio. Utilizando técnicas de análisis multivariable, se efectuó una ordenación y clasificación de las especies y subespecies consideradas. La división ecogeomorfológica practicada permitió asignar con precisión la mayoría de la información encontrada, y sirvió también para mostrar los modelos de distribución de los taxa considerados. La ordenación se interpretó en término de tres gradientes: humedad, edad geológica y altura sobre el nivel del mar. La clasificación definió 12 grupos, que en términos generales comprenden a conjuntos de taxa distribuidos: a) desde el noroeste y/o noreste hasta el Eje Neovolcánico inclusive; b) desde la Sierra Madre Occidental hasta la Sierra Madre del Sur; c) de la Sierra Madre Occidental a la Cordillera Centroamericana; d) desde la Sierra Madre del Sur a la Cordillera Centroamericana y Sierra de Chiapas-Guatemala; y e) de amplia distribución.

La muerte descendente y el cáncer del tallo del zapote. Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez.

El cultivo del zapote, *Pouteria sapota* (Jacq) H. Moore & Stearn, en Guatemala se está expandiendo con la finalidad de su exportación como fruta procesada, ya que la alternativa de exportación en fresco enfrenta restricciones debido a las medidas cuarentenarias por las moscas de la fruta. Actualmente se está promoviendo su cultivo por parte del Proyecto para la Industrialización de Frutas y Hortalizas (PROFRUTA) y se tienen áreas de cultivo considerables en Escuintla y Retalhuleu.

En Guatemala no se ha tenido mayor experiencia con enfermedades de dicho cultivo; sin embargo, en la región de Guanagazapa, Escuintla se ha observado daños causados por la presencia de agentes fitopatógenos en una plantación de 4 años de edad.

En un muestreo realizado en el mes de agosto de 1996 se pudo constatar que existe una alta incidencia de árboles afectados por una enfermedad denominada muerte descendente y otra cáncer en el tallo, que ocasionan la muerte de las plantas.

En análisis realizados en el Centro de Diagnóstico Fitopatológico de la Facultad de Agronomía se determinó que los agentes causales de la muerte descendente y el cáncer del tallo son provocados por los hongos *Botryosphaeria sp.* e *Hypoxylon sp.* respectivamente. Al final del artículo el autor propone recomendaciones de manejo para la muerte descendente y el cáncer del tallo.

Especificaciones técnicas para el manejo forestal en bosques latifoliados tropicales. Juventino Gálvez Ruano y Claudio Cabrera Gaillard.

En el presente artículo los autores empiezan por definir el concepto de ordenación forestal sostenible, señalando que las actividades de manejo forestal deberán orientarse a maximizar los bienes y servicios del bosque en función de los usuarios, de tal manera que a raíz de su valoración, crezcan las motivaciones para su conservación, redundando así en la mejora de las economías locales, regionales y nacionales.

El trabajo precisa cuáles deberán ser los objetivos del manejo, criterios, diseño y operación del inventario de recursos y plan general de manejo; descripción de las actividades del plan de operaciones; la protección forestal; y la implementación y monitoreo del plan de manejo.

Notas sobre antropología y conservación: naturaleza y cultura. Alfonso Arrivillaga Cortes.

En este artículo el autor bosqueja algunas corrientes del pensamiento antropológico influidas por la ecología. Luego señala algunas de las fuentes históricas que permiten destacar el interés del hombre por explicarse lo que le rodea, también poniendo atención respecto al estatus y el papel de las representaciones simbólicas, y sobre todo de la antropología en la planificación de «áreas de protección especiales». Finalmente sugiere, a través de una guía de observación, líneas generales del campo de atención en los estudios sobre áreas protegidas y de impacto ambiental.

La exposición es más descriptiva que interpretativa; pretende colaborar para una discusión que permita apoyar un trabajo más sistematizado entre los estudios de la naturaleza y la cultura.

Propagación de dos especies de zarzaparrilla, *Smilax aristolochiaefolia* Miller y *S. moranensis* Martens & Galeotti, por técnicas de cultivo de tejidos. Domingo Amador-Pérez.

La zarzaparrilla es una planta arbustiva y trepadora, perteneciente a la clase monocotiledónea. Se tiene evidencias de que la planta era utilizada con fines medicinales por los indígenas de la región mesoamericana desde la época prehispánica. Por sus propiedades antirreumática, antiséptica y antiprurítica fue incluida en la farmacopea británica en 1864 y la de Estados Unidos en 1942.

En este trabajo se presentan las diferentes respuestas de dos especies de zarzaparrilla a los sistemas de cultivo *in vitro*. Destacando los resultados sorprendentes de formación de embriones somáticos previo a la regeneración de plantas, fenómeno que no es observado frecuentemente en especies monocotiledóneas.

El autor concluye que la inducción de callos, masas embriogénicas y alta eficiencia en la formación de estructuras embriogénicas en la zarzaparrilla, ofrece un modelo atractivo para estudios de transformación genética en monocotiledóneas. Las ventajas del proceso de obtención de embriogénesis somática puede constituir también un modelo que puede ser aprovechado para estudiar los eventos regulatorios

y morfogenéticos en el proceso de embriogénesis de plantas. Por otra parte, optimizando el sistema de obtención de estructuras embriogénicas en la zarzaparrilla por períodos prolongados y almacenamiento a largo plazo, puede constituir un modelo probable para estudios de tecnología de semilla sintética.

FITOGENÉTICA

FITOGEOGRAFÍA DE LOS TAXA SILVESTRES DE *PHASEOLUS* EN MÉXICO Y GUATEMALA

José Vicente Martínez A.
J. Rogelio Aguirre R.
J. Antonio Reyes A.
O. Alfonso Delgado S.



INTRODUCCIÓN

El género *Phaseolus* es de origen americano y su distribución natural está concentrada en un 92% en Mesoamérica, especialmente en México y Guatemala, donde posiblemente es su centro de origen y dispersión [Delgado S., 1985]. Dentro del género hay cinco especies (*P. vulgaris*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *P. acutifolius* y *P. polyanthus*) con variantes cultivadas, que están entre las semillas comestibles más importantes del mundo [Debouck, 1991]. Hay evidencia de la compatibilidad en cruzamiento interespecífico entre algunas especies silvestres y las variantes cultivadas [Sullivan & Freytag, 1986], por lo cual, las primeras constituyen un importante reservorio de material genético. Así, algunas han sido utilizadas como fuente de germoplasma en programas de mejoramiento, principalmente para la variante domesticada de *P. vulgaris* [Hucl y Scoles, 1985], estos trabajos

han tenido diferente grado de éxito y se sigue investigando para hacer un mayor uso de este recurso fitogenético. Para un mejor aprovechamiento del potencial genético que tienen estas especies, así como para su conservación *in situ* y *ex situ*, es necesario conocer su distribución geográfica. A la fecha, para el conocimiento de la distribución geográfica natural del género *Phaseolus*, sólo se han realizado algunas contribuciones parciales por Delgado S. [1985], Debouck [1987] y Nabhan [1990], sin embargo, es necesario integrar la información disponible para tener un enfoque global de la fitogeografía de este género. Por otra parte, en los estudios realizados no se ha utilizado la bondad de los análisis multivariantes, que han sido muy efectivos en otros trabajos fitogeográficos [Aguirre R. 1989; Myklestad y Birks, 1993]. Este estudio puede contribuir a ubicar los lugares sobre-muestreados, submuestreados y las especies que necesitan mayor atención de recolección. Es así, que en el presente artículo con un enfoque fitogeográfico florístico cuantitativo se persigue como objetivo aproximarse a la fitogeografía del género *Phaseolus* en México y Guatemala.

I.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió las repúblicas de México y Guatemala, ubicadas entre los 13° 40' y 32° 42' latitud norte y 87° 30' y 117° 00' longitud oeste, con una extensión aproximada de 2 067,090 km²; limita al norte con Estados Unidos, al sur con el océano Pacífico, al este con el Golfo de México, el

mar Caribe, Belice, Honduras y El Salvador y al oeste con el océano Pacífico.

Es una área relativamente accidentada, con casi la mitad de su superficie por arriba de los 1,000 msnm, puede dividirse en catorce provincias fisiográficas: Baja California, Llanura Sonorense, Sierra Madre Occidental, Llanura Costera del Pacífico, Sierras y Planicies del Norte, Sierra Madre Oriental, Llanura Costera del Norte del Golfo, Altiplanicie Central, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Llanura Costera del Sur del Golfo, Cordillera Centroamericana, Sierra de Chiapas-Guatemala y Península de Yucatán [Quiñónez G., 1987].

La historia geológica tiene sus eventos más importantes a partir del cretácico. De aquí que la Sierra Madre Oriental fue elevada a finales del cretácico e inicios del terciario; la Sierra Madre del Sur fue formada para mediados del terciario; a finales del oligoceno y durante el mioceno la Sierra Madre Occidental y la Cordillera Centroamericana fueron elevadas; al final del mioceno el Golfo de California fue formado con la consecuente separación de la Península de Baja California; y para el plioceno apareció el Eje Neovolcánico y ocurrió la elevación de la Península de Yucatán [Dengo, 1968; De Cserna, 1974; Lugo-Hubp, 1990].

En general, en gran parte del área de estudio predominan los climas secos sobre los húmedos, hay un gradiente de aumento de aridez de sureste a noreste. De acuerdo con el sistema Köppen, los principales climas del área de estudio corresponden a los tipos A (calientes, húmedos, con temperatura media del mes más frío mayor de 18°C), B (secos), y C (templados, húmedos, con temperatura media del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

En general, en gran parte del área de estudio predominan los climas secos sobre los húmedos, hay un gradiente de aumento de aridez de sureste a noreste.

mayor de 10°C). Dentro de los climas tipo A, los más difundidos son los Af (calientes, húmedos, y con lluvia todo el año), que ocupa la base de algunas sierras y la porción sureste, Aw (calientes subhúmedos con lluvia en verano) que ocupan tierras bajas a lo largo de litorales y depresiones y los Am (calientes, húmedos, con lluvias en verano) que ocupan principalmente áreas del sureste. Los climas tipo B cubren principalmente la porción norte del área de estudio; la categoría Bw (muy secos) son predominantes en la parte noreste y noroeste; los Bs (secos y esteparios) en la altiplanicie del norte. Los climas tipo C son característicos de las zonas montañosas [García, 1988].

REGIONES FLORÍSTICAS

El área de estudio puede dividirse en cuatro regiones florísticas: Pacífica norteamericana, Mesoamericana de montaña, Xerofítica mexicana y Caribeña; que a su vez se relacionan, con los llamados reinos Holártico y Neotropical [Rzedowski, 1978].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se dividió en unidades de tipo ecogeográfico, definidas con base en la geomorfología, para ello, se utilizó el mapa de regiones fisiográficas propuesto por Quiñónez G. [1987] (Figura 1). Luego, dentro de cada región fisiográfica con la ayuda de mapas temáticos, se hizo una división en accidentes geográficos mayores, que constituyeron las subregiones y dentro de éstas se definieron finalmente las unidades geográficas.

1. Península de Baja California
2. Llanura Sonorense

3. Sierra Madre Occidental
4. Llanura costera del Pacífico
5. Sierras y llanuras del norte
6. Sierra Madre Oriental
7. Llanura costera del norte del golfo
8. Altiplanicie del centro
9. Eje Neovolcánico
10. Sierra Madre del Sur
11. Llanura costera del sur del golfo
12. Cordillera Centroamericana
13. Sierra de Chiapas-Guatemala
14. Península de Yucatán

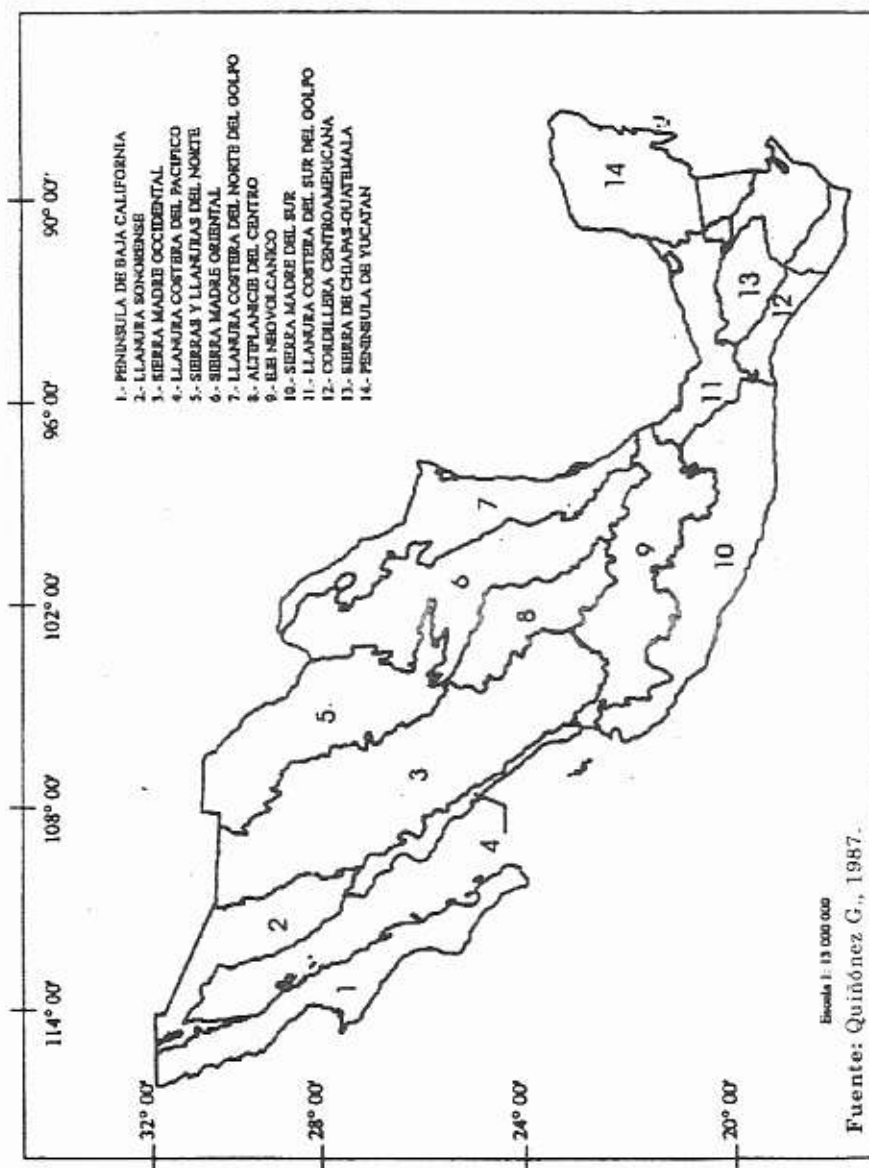
Por otra parte, se elaboró la lista de taxa de *Phaseolus* a estudiar, para ello se tomó como base la revisión al género por Delgado S. [1985]. A cada taxón se le asignó un acrónimo que se utilizó en el análisis multivariable para identificarlo. Luego, se procedió al acopio de información de datos de recolección de las siguientes fuentes: a) etiquetas de herbario; b) datos de recolección de los bancos de germoplasma; c) floras, y listas florísticas; d) estudios regionales de flora y vegetación; y e) revisiones taxonómicas.

Una vez recopilada esta información, con la ayuda de mapas, atlas y diccionarios geográficos, se procedió a la asignación de cada registro a la unidad geográfica correspondiente y a conformar una matriz de datos de especies por unidades geográficas.

Los datos básicos de la matriz se procesaron mediante el programa de ordenación Decorana (*Detrended correspondence analysis*) y Twinspan (*Two-way indicator species analysis*), de clasificación jerárquica politética-divisiva [Hill, 1979a,b]. Estos programas tienen la ventaja de haber sido creados

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Figura 1
 ÁREA DE ESTUDIO CON LAS REGIONES FISIOGRAFICAS,
 QUE SIRVIERON DE BASE PARA LA DELIMITACIÓN DE UNIDADES GEOGRÁFICAS



para análisis de vegetación y de analizar simultáneamente sitios y entidades taxonómicas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área de estudio fue dividida en 117 unidades geográficas, en seis de ellas, no se consignó información sobre *Phaseolus*, por lo que los análisis se realizaron con 111 unidades geográficas. Las especies y subespecies (referidas en lo sucesivo como taxa por facilidad), para las cuales se encontró en al menos una unidad geográfica fueron 42 en total. En el Cuadro 1 se presenta la lista de los taxa con base en el tratamiento de Delgado [1985], y a la derecha aparece el acrónimo asignado, de acuerdo con este autor el género *Phaseolus* está compuesto por cuatro secciones, otros autores como Debouck, [1991] consideran que existen más de 50 especies, Delgado ha reunido a varias de ellas en grupos de subespecies para hacer un género más compacto, comprensible y manejable desde el punto de vista taxonómico.

UNIDADES GEOGRÁFICAS

Ordenación de los taxa

La ordenación de los taxa generada por Decorana [Hill, 1979a] produjo cuatro ejes, de ellos, se escogieron para su interpretación los primeros tres por contener el 89% de la variación total, y con la ayuda de la información ambiental y geológica se procedió a explicar cada uno de ellos.

Así, se encontró que el primer eje parece contener un gradiente asociado con el grado de humedad con dirección general noroeste-sureste; esto lo indica el

PRIMER EJE TAXONÓMICO

Cuadro 1
LISTA DE ENTIDADES DE *PHASEOLUS*
CONSIDERADAS EN ESTE ESTUDIO

No.	Taxón
Sección <i>Chapasana</i>	
1.	<i>P. chiapasanus</i> Piper
Sección <i>Phaseolus</i>	
2.	<i>P. filiformis</i> Benth
3.	<i>P. leptostachyus</i> Benth subsp. <i>leptostachyus</i>
4.	<i>P. leptostachyus</i> subsp. <i>micranthus</i> (Hooker & Arnott) Delgado
5.	<i>P. macrolepis</i> Piper
6.	<i>P. vulgaris</i> L. subsp. <i>mexicanus</i> Delgado
7.	<i>P. leptophyllus</i> Don
8.	<i>P. acutifolius</i> Gray subsp. <i>acutifolius</i>
9.	<i>P. acutifolius</i> subsp. <i>tenuifolius</i> Gray
10.	<i>P. microcarpus</i> Martius
11.	<i>P. lunatus</i> subsp. <i>silvester</i> Baudet
12.	<i>P. lunatus</i> subsp. <i>viridis</i> (Piper) Delgado
13.	<i>P. neglectus</i> Herman
14.	<i>P. coccineus</i> subsp. <i>formosus</i> (Kunth) Maré, Masch & Stain.
15.	<i>P. coccineus</i> subsp. <i>griseus</i> (Piper) Delgado
16.	<i>P. polyanthus</i> Greenman
17.	<i>P. glabellus</i> Piper
18.	<i>P. salicifolius</i> Piper
19.	<i>P. maculatus</i> Scheele
20.	<i>P. tuerckheimii</i> Don. & Smitt
21.	<i>P. oligospermus</i> Piper
22.	<i>P. polystachyus</i> (L.) Britt., Sterns & Pogg
23.	<i>P. jaliscanus</i> Piper
24.	<i>P. xolocotzii</i> Delgado
25.	<i>P. ritensis</i> Jones
26.	<i>P. marechalii</i> Delgado
27.	<i>P. pedicellatus</i> Benth. subsp. <i>pedicellatus</i>
28.	<i>P. pedicellatus</i> subsp. <i>oaxacanus</i> (Rose) Delgado
29.	<i>P. pedicellatus</i> subsp. <i>polymorphus</i> (Watson) Delgado
30.	<i>P. pedicellatus</i> subsp. <i>grayanus</i> (Woot & Standl.) Delgado
31.	<i>P. sonorensis</i> Standley

Cuadro 1
LISTA DE ENTIDADES DE PHASEOLUS
CONSIDERADAS EN ESTE ESTUDIO

No.	Taxón
Sección <i>Minkelersia</i>	
32.	<i>P. pauciflorus</i> Sessé & Mociño ex Don
33.	<i>P. amblyosepalus</i> (Piper) Morton
34.	<i>P. nelsonii</i> Maré, Masch. & Stain.
35.	<i>P. tenellus</i> Piper
36.	<i>P. parvulus</i> Greene
37.	<i>P. pluriflorus</i> Maré., Masch. & Stain.
38.	<i>P. perplexus</i> Delgado
39.	<i>P. plagiocylix</i> Harms
Sección <i>Xanthotricha</i>	
40.	<i>P. xanthotrichus</i> Piper subsp. <i>xanthotrichus</i>
41.	<i>P. xanthotrichus</i> subsp. <i>zimapanensis</i> Delgado
42.	<i>P. hintonii</i> Delgado

hecho de que en el extremo superior del eje se ordenaron los siguientes taxa *P. filiformis*, *P. acutifolius* subsp. *acutifolius*, *P. pedicellatus* subsp. *grayanus*, *P. amblyosepalus*, *P. parvulus*, *P. acutifolius* subsp. *tenuifolius*, *P. sonorensis*, *P. pedicellatus* subsp. *polymorphus*, *P. plagiocylix*, *P. ritensis* y *P. salicifolius*, que tienen una distribución principal en la zona noroccidental, que comprende Baja California, Llanura Sonorense y parte del declive externo de la Sierra Madre Occidental, se desarrollan en un tipo de vegetación de matorral xerófilo y bosque espinoso; con climas áridos-secos y áridos. En el extremo inferior del primer eje, se ordenaron los taxa *P. macrolepis*, *P. lunatus* subsp. *viridis*, *P. tuerckheimii*, *P. chiapasanus*, *P. oligospermus*, *P. polyanthus*, *P. pedicellatus* subsp. *oaxacanus*, *P. neglectus*,

P. marechalii, *P. xanthotrichus* subsp. *xanthotrichus*, *P. glabellus*, *P. nelsonii*, *P. leptophyllus*, con distribución desde la Sierra Madre del Sur hasta la parte sur de la Cordillera Centroamericana y Sierra de Chiapas-Guatemala, generalmente en bosques de pino-encino, en las partes húmedas de las montañas de estas regiones. En la parte central del eje se ubicaron los taxa con mayor amplitud de distribución, entre ellos se puede mencionar a *P. leptostachyus* subsp. *leptostachyus*, *P. lunatus* subsp. *silvester*, *P. coccineus* subsp. *formosus* y *P. vulgaris* subsp. *mexicanus*.

SEGUNDO EJE TAXONÓMICO

El segundo eje puede asociarse a un gradiente transversal de dirección nororiente-occidente relacionado con el material geológico, pues en el extremo superior, se ordenaron los taxa *P. neglectus*, *P. plagiocylis*, *P. polystachyus*, *P. pedicellatus* subsp. *grayanus*, *P. xanthotrichus* subsp. *zamapanensis*, *P. pedicellatus* subsp. *pedicellatus*, *P. glabellus*, *P. xanthotrichus* subsp. *xanthotrichus* y *P. maculatus* distribuidos en el área de la Sierra Madre Oriental, esta región se caracteriza por tener material sedimentario de origen mesozoico, jurásico y cretácico, incluso algunos de los taxa que se presentan en este extremo del eje son endémicos de esta región, lo cual hace pensar que están estrechamente relacionados con el material geológico que dio origen a estas partes del área de estudio; en el extremo inferior del eje, se ordenaron los taxa *P. sonorensis*, *P. lunatus* subsp. *silvester*, *P. salicifolius*, *P. acutifolius* subsp. *acutifolius*, *P. hintonii*, *P. perplexus*, *P. acutifolius* subsp. *tenuifolius*, *P. jaliscanus* y *P. leptophyllus*, con distribución en la Llanura Costera del Pacífico o la Sierra Madre Occidental, regiones desarrolladas sobre material volcánico terciario y planicies del

pleistoceno y reciente; y en la parte central del eje se ubicaron los taxa que se desarrollan sobre diversos materiales geológicos, entre los que están *P. vulgaris* subsp. *mexicanus*, y *P. leptostachyus* subsp. *leptostachyus*.

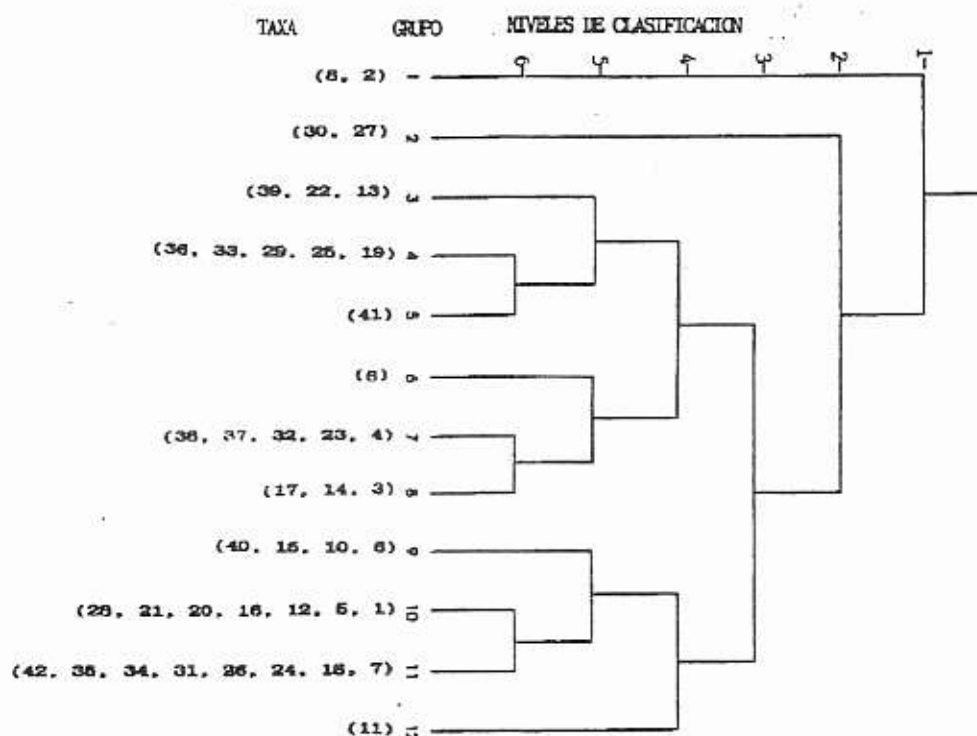
El tercer eje, aunque no muy claro, parece asociado a un gradiente altitudinal; así, en el extremo superior quedaron ordenados los taxa *P. pedicellatus* subsp. *polymorphus*, *P. polystachyus*, *P. maculatus*, *P. neglectus* y *P. plagiocylix* que se distribuyen principalmente en la Sierra Madre Oriental, en alturas de 1,900 a 2,500 msnm; en el extremo inferior, se ordenaron los taxa *P. glabellus*, *P. xanthotrichus* subsp. *zimapanensis*, *P. pedicellatus* subsp. *grayanus*, *P. sonorensis*, *P. lunatus* subsp. *silvester*, *P. acutifolius* subsp. *tenuifolius* y *P. parvulus*, que se encuentran distribuidos en las sierras Madre Oriental, Occidental y sus llanuras costeras, en alturas promedio de cerca del nivel del mar hasta los 1,800 m; y en el centro del eje como en los anteriores ejes se siguieron ordenando los taxa de mayor amplitud de distribución geográfica, entre ellos *P. leptostachyus* subsp. *leptostachyus* y *P. acutifolius* subsp. *acutifolius*.

TERCER EJE TAXONÓMICO

Clasificación de los taxa

Con la cantidad de registros utilizados se logró hacer una satisfactoria clasificación de los taxa a nivel de sitio específico, de unidad geográfica y de región fisiográfica. En el presente artículo por razones de espacio la discusión se circunscribe al nivel de región fisiográfica, para un análisis más detallado de cada taxón se recomienda consultar a Martínez A. [1995]. En la figura 2, se presenta el dendrograma

Figura 2
DENDROGRAMA DE LOS GRUPOS DE TAXA CLASIFICADOS
POR EL PROGRAMA TWINSpan, DE ACUERDO CON SUS
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA



de clasificación de los taxa utilizando el programa Twinspan [Hill, 1979b]. En esa figura además, se indican los taxa que componen cada grupo con base en la numeración asignada a estos en el cuadro 1.

El grupo 1, está compuesto por *P. acutifolius* subsp. *acutifolius* y *P. filiformis*, que se caracterizan por compartir condiciones de clima árido en el noroc-

cidente del área de estudio (península de Baja California y Llanura Sonorense). *P. filiformis*, no se extiende más allá del sur de la Llanura Sonorense, en altitudes de cerca del nivel del mar hasta los 1,800 msnm, en tanto que *P. acutifolius* subsp. *acutifolius* se distribuye hasta el extremo occidental de la Sierra Madre del Sur, en altitudes de cerca del nivel del mar hasta los 2,000 msnm.

El grupo 2 está integrado por *P. pedicellatus* subsp. *grayanus* y *P. pedicellatus* subsp. *pedicellatus*. Estos taxones se encuentran simpátricamente en las sierras y llanuras de Durango y porción templada de las cimas de la Sierra Madre Occidental, además en la parte central y sureste de la Sierra Madre Oriental, en las sierras y llanuras del norte de Guanajuato en la Altiplanicie Central y en la parte central del Eje Neovolcánico colindante con la Altiplanicie Central. Sin embargo, *P. pedicellatus* subsp. *grayanus*, no rebasa los límites septentrionales del Eje Neovolcánico y tiene su mayor amplitud de distribución en el norte de México; en cambio, *P. pedicellatus* subsp. *pedicellatus* se encuentra más ampliamente distribuida en el Eje Neovolcánico, y se extiende hasta el sureste de la Sierra Madre del Sur. Ambos taxa se encuentran distribuidos en altitudes de 1,500 a 3,000 msnm.

El grupo 3 está constituido por *P. plagiocylyx*, *P. polystachyus* y *P. neglectus*; este es un grupo de especies con distribución poco conocida, aparentemente, se restringen a la zona noreste del área de estudio en la Sierra Madre Oriental. Comparten en forma simpátrica las áreas interiores de la parte central de la Sierra Madre Oriental. Su relación filogenética dentro del género es poco conocida, pues un obstáculo ha sido la carencia de disponibilidad

de germoplasma [Debouck, 1991]. Se distribuyen en altitudes entre 800 a 2,100 msnm.

El grupo 4 contiene a *P. parvulus* subsp. *anisophyllus*, *P. amblyosepalus*, *P. pedicellatus* subsp. *polymorphus*, *P. ritensis* y *P. maculatus*, que tienen su distribución principal en la Sierra Madre Occidental y Altiplanicie Central, *P. ritensis* y *P. maculatus* se extienden además al Eje Neovolcánico y occidente de la Sierra Madre del Sur, aunque aparentemente la distribución a estas áreas no sea del todo natural, sino debida principalmente al interés por utilizar ambas especies como forraje y medicina [Nabhan y Felger, 1978]. Si se obvia a *P. pedicellatus* subsp. *polymorphus*, que se distribuye especialmente hacia la Altiplanicie Central y Eje Neovolcánico, se tiene que los otros cuatro taxa comparten en su distribución la porción templada de las cimas de la Sierra Madre Occidental y las sierras y llanuras de Durango. Las especies de este grupo se desarrollan de 800 a 2,600 msnm.

El grupo 5 está constituido sólo por *P. xanthotrichus* subsp. *zimapanensis*, distribuida en la Sierra de la Colmena y porciones interiores en la parte central de la Sierra Madre Oriental, y sierras de Querétaro e Hidalgo en el Eje Neovolcánico, en altitudes de 1,200 a 2,500 msnm. Está distribuida en forma alopátrica con *P. xanthotrichus* supsp. *xanthotrichus*, la entidad más cercana taxonómicamente, aunque hay alguna evidencia de que se puedan encontrar simpátricamente en el extremo sureste de la Sierra Madre Oriental [Debouck, 1988a].

El grupo 6 está formado únicamente por *P. acutifolius* subsp. *tenuifolius*, cuya distribución es similar a la de *P. acutifolius* subsp. *acutifolius* mencionada anteriormente, pero en unidades geográ-

ficas discontinuas y con mayor amplitud hacia el sureste del área de estudio. Su distribución natural comprende desde el suroeste de los Estados Unidos, pero en el área de estudio se ha documentado desde la Península de Baja California aunque escasamente. También en la Sierra Madre Occidental, en la porción occidental del Eje Neovolcánico, de donde se extiende a la Sierra Madre del Sur. Después de aquí ya no se encuentran registros sino hasta las montañas, valles y lomeríos del oriente de Guatemala en la Cordillera Centroamericana. Cabe mencionar que para esta última región, los sitios precisos consignados para este taxón son resultado de recientes trabajos de recolección [Debouck, 1988b]; así, queda abierta la posibilidad de que exista en otras localidades del área. Este taxón se desarrolla en altitudes de 900 a 1,800 msnm.

El grupo 7 está constituido por *P. perplexus*, *P. pluriflorus*, *P. pauciflorus*, *P. jaliscanus*, y *P. leptostachyus* subsp. *micranthus*. Se trata de un grupo de taxa distribuidos principalmente en la Sierra Madre Occidental, parte centro-occidental del Eje Neovolcánico y occidente de la Sierra Madre del Sur, a excepción de *P. pluriflorus* que sólo llega al Eje Neovolcánico. De la información que se obtuvo, no hay ninguna unidad geográfica en común para los cinco taxones de este grupo; *P. pauciflorus* y *P. pluriflorus* son las que comparten una mayor afinidad de distribución geográfica. El límite inferior de distribución altitudinal es de cerca del nivel del mar para *P. leptostachyus* subsp. *miranthus* y de 1,400 m para los otros taxa y el límite superior llega hasta 2,300 msnm para estos cinco taxa.

El grupo 8 está formado por *P. glabellus*, *P. coccineus* subsp. *formosus* y *P. leptostachyus* subsp.

leptostachyus. Con excepción del primero, estos taxa se caracterizan por ser abundantes y continuos en el área de estudio. Posiblemente, *P. coccineus* subsp. *formosus* y *P. leptostachyus* subsp. *leptostachyus* sean los taxa mejor representados en los herbarios revisados, en concordancia con su amplia distribución dentro del área de estudio.

P. glabellus tiene una distribución conocida que se inicia en el declive externo en la porción central de la Sierra Madre Oriental, y luego sigue hacia el oriente del Eje Neovolcánico, porción oriental de la Sierra Madre del Sur, y hacia la Sierra de los Tuxtlas en la Planicie Costera del sur del Golfo. Finalmente, en forma disyunta se le ha registrado en Ocosingo, Chiapas en la Sierra de Chiapas-Guatemala. Crece en altitudes de 400 a 1,800 msnm, en zonas de bosque mesófilo de montaña.

P. coccineus subsp. *formosus* ha sido registrado en 56 unidades geográficas (48% del total consideradas). Su distribución conocida es desde la porción norte del declive externo de la Sierra Madre Occidental y al oriente en toda la Sierra Madre Oriental a partir del declive de las sierras centrales; después, en todo el Eje Neovolcánico, a excepción de su declive occidental y oriental. Se distribuye ampliamente en la Sierra Madre del Sur, también, se le encuentra en todo lo largo de la Cordillera Centroamericana hasta el oriente de Guatemala; finalmente, se le ha recolectado en la Sierra de Chiapas-Guatemala, desde los altos de Chiapas hasta las sierras centrales de Guatemala. Se conoce que el área de distribución natural de esta especie llega hasta Costa Rica [Delgado S., 1985]. Crece principalmente en altitudes de 1,000 a 3,100 msnm.

P. leptostachyus subsp. *leptostachyus* es el taxón

que tiene mayor representación en las unidades geográficas, pues se le encontró registrado en 65 de ellas (55% del total), y con distribución similar a la de *P. coccineus* subsp. *formosus*. Dicha distribución se inicia en la porción norte del declive externo de la Sierra Madre Occidental, en el lado noreste inicia en las partes internas de la porción central de la Sierra Madre Oriental y por este flanco se continúa a lo largo de la sierra. Se encuentra presente en todo el Eje Neovolcánico, a excepción de su declive oriental, y en toda la Sierra Madre del Sur; en las Llanuras Costeras del Sur del Golfo, sólo se le ha registrado en la porción norte de la llanura de Veracruz. También existen registros para toda la Cordillera Centroamericana y la Sierra de Chiapas-Guatemala; aparentemente, sólo falta en la sierra del norte de Chiapas y tierras bajas del Petén. Se desarrolla en alturas de 300 a 2,700 msnm, en diversos tipos de vegetación y clima.

El grupo 9 contiene a *P. xanthotrichus* subsp. *xanthotrichus*, *P. coccineus* subsp. *griseus*, *P. microcarpus*, y *P. vulgaris* subsp. *mexicanus*. *P. xanthotrichus* subsp. *xanthotrichus* se distribuye de la Sierra Madre del Sur a la Cordillera Centroamericana en altitudes de 1,100 a 2,000 msnm; *P. coccineus* subsp. *griseus* del centro occidente del Eje Neovolcánico a la Sierra Madre del Sur, en altitudes de 500 a 2,200 msnm; *P. microcarpus* del centro de la Sierra Madre Occidental, pasando por el centro occidente del Eje Neovolcánico, además en toda la Sierra Madre del Sur, luego en la porción centro sur de la Cordillera Centroamericana y en el centro de la Sierra de Chiapas-Guatemala, en altitudes de cerca del nivel del mar a 2,000 msnm; y *P. vulgaris* subsp. *mexicanus* en el occidente desde el declive de la Sierra Madre

Occidental y en el oriente en el sureste de la Sierra Madre Oriental, luego en el Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur, Cordillera Centroamericana y Sierra de Chiapas-Guatemala en altitudes de 700 a 2,000 msnm.

El grupo 10 está conformado por *P. pedicellatus* subsp. *oaxacanus*, *P. oligospermus*, *P. tuerckheimii*, *P. polyanthus*, *P. lunatus* subsp. *viridis*, *P. macrolepis* y *P. chiapasanus*. De ellos *P. polyanthus*, *P. chiapasanus* y *P. lunatus* subsp. *viridis* extienden su distribución desde el oriente del Eje Neovolcánico. En la Sierra Madre del Sur además de los anteriores, también se encuentran *P. pedicellatus* subsp. *oaxacanus* endémica de esta región, y *P. oligospermus*. En la Cordillera Centroamericana ya no se encuentra *P. pedicellatus* subsp. *oaxacanus* ni *P. chiapasanus* pero aparece *P. tuerckheimii* y *P. macrolepis* (endémica de esta región); en la Sierra de Chiapas-Guatemala se encuentran las mismas que en la Cordillera Centroamericana y además vuelve a encontrarse *P. chiapasanus*. *P. lunatus* subsp. *viridis* además de estar presente en las regiones anteriores, también extiende su distribución a la región Llanuras Costeras del Sur del Golfo en el norte de la llanura de Veracruz.

El grupo 11 está compuesto por *P. hintonii*, *P. marechalii*, *P. xolocotzii*, *P. tenellus*, *P. nelsonii*, *P. sonorensis*, *P. salicifolius* y *P. leptophyllus*. Estas especies tienen en común pocos registros y con sitios discontinuos, lo que impide conocer su área con algún grado de aproximación aceptable.

P. hintonii, *P. marechalii* y *P. xolocotzii* son especies recientemente descritas por Delgado S. [1985], han sido registradas en el centro y occidente del Eje Neovolcánico y en el occidente y centro de la Sierra Madre del Sur. Según Debouck [1988a],

las poblaciones de *P. marechalii* y *P. xolocotzii* están estrechamente relacionadas entre sí, y a la vez ambas lo están con *P. polystachyus*.

A *P. tenellus* y *P. nelsonii* se les ha registrado en el occidente del Eje Neovolcánico y Sierra Madre Occidental; también se tiene información de la presencia de *P. nelsonii* en el sur de Chiapas, en la Cordillera Centroamericana.

Para *P. sonorensis* sólo se encontraron registros en la porción norte del declive externo de la Sierra Madre Occidental. De acuerdo con Delgado S. [1985], esta especie es endémica de la región noreste de México (Sonora, Chihuahua y Sinaloa), donde forma parte de bosques de pino-encino y encino.

De *P. salicifolius* se conoce su presencia en la porción centro y sur de ambos declives de la Sierra Madre Occidental, aparentemente es endémica de esta región, pero se requiere más trabajo de recolección para confirmarlo.

De *P. leptophyllus* únicamente se tiene la información de su localidad tipo, la cual se ubica en las cimas de la porción sur de la Sierra Madre del Sur. A pesar de que se han realizado numerosos esfuerzos por volverla a recolectar, hasta ahora únicamente se conoce el espécimen tipo que data del año 1789. Supuestamente tiene estrecha relación con *P. acutifolius* [Delgado S., 1985] que crece en el sitio tipo de esta especie, lo que hace suponer que posiblemente fue una variante de esta especie la que se recolectó inicialmente, de no ser así pareciera ser una especie extinta.

El grupo 12 está constituido únicamente por *P. lunatus* subsp. *silvester*, presente en 43 unidades geográficas (37% del total estudiado). Su distribución aproximada comprende desde la Península de Baja

Con base en la clasificación, se puede observar un patrón de mayor diversidad y distribución del género Phaseolus del lado del océano Pacífico, así como la tendencia de los taxa a distribuirse principalmente, en las regiones montañosas de la Sierra Madre del Sur, Eje Neovolcánico y Sierra Madre Occidental.

California, luego, de la Sierra Madre Occidental se extiende hasta la llanura costera del sur de Sinaloa y las llanuras de Nayarit, en la región Llanura Costera del Pacífico. Por el lado oriental se le encuentra en la Sierra Madre Oriental. También en el Eje Neovolcánico y en toda la Sierra Madre del Sur. En la Cordillera Centroamericana este taxón existe a lo largo de todo su declive y franja costera de la porción sur, y también en las montañas, lomeríos y valles del oriente de Guatemala. Se le puede encontrar también a lo largo de la Llanura Costera del Sur del Golfo; y, en la Sierra de Chiapas-Guatemala, desde las sierras del norte de Chiapas hasta las Sierras Mayas y Península de Yucatán. Es un taxón que generalmente se desarrolla a bajas altitudes, tanto hacia el Pacífico como hacia el Atlántico, donde forma parte de selvas bajas y medianas y sus comunidades secundarias.

Tanto en la ordenación como en la clasificación, se tuvo la tendencia, a seguir gradientes de dirección del noroeste-noreste hacia el sureste; separando con ello a los taxa del norte, centro y sur del área. Con base en la clasificación, se puede observar un patrón de mayor diversidad y distribución del género *Phaseolus* del lado del océano Pacífico, así como la tendencia de los taxa a distribuirse principalmente, en las regiones montañosas de la Sierra Madre del Sur, Eje Neovolcánico y Sierra Madre Occidental. Si se toma en cuenta la edad geológica de estas estructuras que, datan del mioceno al pleistoceno, se puede hipotetizar que el género *Phaseolus* debe ser relativamente reciente y que se encuentra actualmente en una diversificación constante [Delgado S. 1985]. Sin tomar en cuenta la posible deficiencia que pueda tenerse, en cuanto al conocimiento de los taxa, puede

observarse que la mayoría son de distribución restringida y dentro de estos, hay varios que son exclusivos para alguna de las principales sierras. Cabe mencionar que para la Sierra Madre Occidental se tienen como endémicos estrictos a *P. sonorensis*, *P. salicifolius* y *P. parvulus* subsp. *anisophyllus*; para la Sierra Madre Oriental a *P. polystachyus* y *P. neglectus*; para la Sierra Madre del Sur a *P. pedicellatus* subsp. *oaxacanus* y *P. hintonii*; y para la Cordillera Centroamericana a *P. macrolepis* y la contraparte silvestre de *P. polyanthus*.

Las unidades geográficas que pueden plantearse con necesidad urgente de recolección están ubicadas, en su mayoría, en la parte norte de México y en las sierras del centro de Guatemala. De acuerdo con la información que se tiene para unidades adyacentes con similares condiciones, proporciona la pauta para pensar que se puede obtener en ellas mayor número de registros de los taxa de *Phaseolus* presentes ahí, o bien registros nuevos para aquellas especies que carezcan de estos. Para la conservación *in situ* del género *Phaseolus*, debe evitarse pensar en plantear áreas para proteger a una sola especie, sino más bien, buscar esas unidades geográficas donde coinciden varias de ellas. En este mismo sentido, en algunas regiones del área de estudio hay una o más reservas o áreas protegidas ya establecidas, y lo único que hace falta es poner prioridad en la conservación de *Phaseolus* dentro de las mismas. En el futuro será interesante medir el grado de erosión genética, que puede existir en estos taxa, para lo cual se puede partir del conocimiento fitogeográfico que se tiene al presente y evaluar en el campo si en realidad los sitios específicos mencionados aún existen, y en que condiciones de deterioro se encuentran las áreas

UNIDADES
GEOGRÁFICAS
CON
NECESIDAD DE
RECOLECCIÓN
URGENTE

naturales donde se desarrollan los taxa de *Phaseolus*; ello será de mucho interés para proponer proyectos específicos de conservación y utilización.

IV. CONCLUSIONES

La división ecogeomorfológica practicada permitió asignar con precisión la mayoría de la información encontrada, y sirvió también para mostrar los modelos de distribución de los taxa considerados.

La ordenación de los taxa se interpretó en términos de tres gradientes: a) grado de humedad a lo largo del área de estudio, con dirección noroeste-sureste; b) un corredor transversal noreste-oeste, asociado con la edad geológica, que va del mesozoico al pleistoceno reciente; y c) altura sobre el nivel del mar o pisos ecológicos.

La clasificación de los táxones definió 12 grupos, que con base en el patrón de distribución se pueden reducir a conjuntos formados por taxa: a) con áreas desde el noroeste y/o noreste hasta el Eje Neovolcánico inclusive; b) distribuidos desde la Sierra Madre Occidental hasta la Sierra Madre del Sur; y c) de la Sierra Madre Occidental a la Cordillera Centroamericana; d) distribuidos desde la Sierra Madre del Sur a la Cordillera Centroamericana y Sierra de Chiapas-Guatemala; y e) de distribución amplia.

Para la mayoría de taxa hay necesidad de definir con mayor precisión la distribución geográfica, lo cual implica mayor esfuerzo de recolección en las propias unidades geográficas de su área actualmente conocida y en unidades geográficas que han tenido menor atención en cuanto a recolección.

Para la mayoría de taxa hay necesidad de definir con mayor precisión la distribución geográfica, lo cual implica mayor esfuerzo de recolección en las propias unidades geográficas de su área actualmente conocida y en unidades geográficas que han tenido menor atención en cuanto a recolección.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, J. R. 1989. Estudio fitogeográfico de la cordillera Bética basado en sus endemismos. Pub. microficha núm. 39. Universidad de Córdoba. Córdoba. España. 286 p.
- DESCERNA, Z. 1974. La evolución geológica del panorama fisiográfico actual de México. En: Z. De Scerna; P. A. Mosiño; O. Banassini. El escenario geográfico. Introducción ecológica (primera parte). Instituto Nacional de Antropología e Historia. SEP. México. 21-56 p.
- DEBOUCK, D. G. 1987. *Phaseolus* germoplasm collection in the Huasteca and surrounding regions, Mexico. IBPG Resources. Rome. Italy. 26 p.
- , 1988a. *Phaseolus* germoplasm collection in central and southern Mexico. The World Conservation (IUCN). Gland Switzerland. 48 p.
- , 1988b. *Phaseolus* germoplasm collection in central and eastern Guatemala. The World Conservation (IUCN). Gland Switzerland. 36 p.
- , 1991. Systematics and morphology. In: A. van Schoonhoven; O. Voysest (eds.) Common beans: research for crop improvement. CAB, CIAT. Wallingford, Oxon. UK. pp 55-115.
- DELGADO S., A. 1985. Systematics of the genus *Phaseolus* (*Leguminosae*) in North and Central America. Ph D. dissertation. University of Texas. Austin, Texas. USA. 363 p.
- DENGO, G. 1968. Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. México. 50 p.
- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ª ed. Editado por la autora. México. 217 p.

- HILL, M. O. 1979a. DECORANA. A fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University. New York. USA. 36 p.
- , 1979b. TWINSpan. A fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University. New York. USA. 60 p.
- HUCL, P. Y G. J. SCOLES. 1985. Interespecific hybridization in the common bean: a review. Hort. Sci. 20(3): 352-357.
- LUGO-HUBP, J. 1990. El relieve de la república mexicana. Revista del Instituto de Geografía. 9(1): 82-111.
- MARTÍNEZ A. J. V. 1995. Fitogeografía de los taxones silvestres de *Phaseolus* en México y Guatemala. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. México. 226 p.
- MYKLESTAD, Å Y H. J. B. BIRKS. 1993. A numerical analysis of the distribution patterns of *Salix* L. species in Europe. J. Biogeogr. 20: 1-32.
- NABHAN, G. P. 1990. Wild *Phaseolus* ecogeography in the Sierra Madre Occidental, México: areographic techniques for targeting and conserving species diversity. IBPGR. Roma. Italia. 35 p.
- NABHAN, G. P. Y R. S. FELGER. 1978. Teparies in south-western of North America. Econ. Bot. 32: 2-19.
- QUINÓNEZ G., H. 1987. El sistema fisiográfico de la Dirección General de Geografía. Revista de Geografía 1(2): 13-20.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 p.
- SULLIVAN, J. G. Y G. FREYTAG. 1986. Predicting interest-specific compatibilities in beans (*Phaseolus*) by seed protein electrophoresis. Euphytica 35: 201-209.

PATOLOGÍA VEGETAL

LA MUERTE DESCENDENTE Y EL CÁNCER DEL TALLO EN EL ZAPOTE

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez



INTRODUCCIÓN

El cultivo del zapote, *Pouteria sapota* (Jacq) H. Moore & Stearn, en Guatemala está siendo objeto de expansión con la finalidad de su exportación como fruta procesada, ya que la alternativa de exportación en fresco enfrenta restricciones debido a las medidas cuarentenarias por las moscas de la fruta. Actualmente se está promoviendo su cultivo por parte del Proyecto para la Industrialización de Frutas y Hortalizas (PROFRUTA) y se tienen áreas de cultivo considerables en Escuintla y Retalhuleu.

En Guatemala no se ha tenido mayor experiencia con enfermedades de dicho cultivo; sin embargo, en la región de Guanagazapa, Escuintla se ha observado daños causados por la presencia de agentes fitopatógenos en una plantación de 4 años de edad. En un muestreo realizado en el mes de agosto de 1996 se pudo constatar que existe una alta incidencia de

AGENTES
CAUSALES DE
LA MUERTE
DESCENDENTE
Y EL CANCER
DEL TALLO

árboles afectados por una enfermedad denominada muerte descendente y otra cáncer en el tallo, que ocasionan la muerte de las plantas.

En análisis realizados en el Centro de Diagnóstico Fitopatológico de la Facultad de Agronomía se determinó que los agentes causales de la muerte descendente y el cáncer del tallo son provocados por los hongos *Botryosphaeria sp.* e *Hypoxyylon sp.* respectivamente.

La importancia que conlleva la identificación de patógenos y la caracterización de sus síntomas en dicho cultivo radica en que las medidas de control se podrán tomar en forma preventiva para evitar mayores daños económicos en plantaciones nuevas o que no presentan actualmente incidencia de estas enfermedades.

Así mismo se pretende estimular a otros investigadores para que realicen trabajos relacionados con las plagas y enfermedades de dicho cultivo, con el fin de generar información y tecnología apropiada a nuestras condiciones.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

El zapote *Pouteria sapota* (Jacq) H. Moore & Stearn

Es una planta perteneciente a la familia de las sapotáceas, la cual según Morera [1992] es originaria de Centroamérica, crece en forma silvestre hasta los 1000 msnm. Su cultivo intensivo en esta región es relativamente reciente, pero su expansión a otras latitudes viene desde la época de la conquista. Actual-

mente se le encuentra en América del Sur, el Caribe, Hawaii, Filipinas, Estados Unidos y otros países.

Su nombre común, zapote, tiene su origen del azteca *tzapotl* que se refiere a frutos redondos, de sabor dulce y de semilla grande. Así mismo su nombre técnico hace referencia a «fruta redonda», del griego *teres* = redondo.

Importancia en Guatemala

Esta planta crece en forma silvestre, y en algunos casos se cultiva en huertos familiares, sin ninguna tecnología, en la región sur y oriental del país hasta los 1800 msnm. Su producción se destina al mercado interno y una pequeña cantidad para la exportación de pulpa congelada [Utrera y Martínez, 1994].

Enfermedades del zapote

En cuanto a las enfermedades reportadas para el zapote, éstas son relativamente pocas y todas son causadas por hongos, y las referencias únicamente se hacen para Estados Unidos. En el cuadro 1 se indican las enfermedades reportadas.

II. METODOLOGÍA

Reconocimiento de daños por enfermedades

Se procedió a observar los síntomas de las plantas con un desarrollo anormal o con evidencia de un daño inducido por algún agente externo. Se tomó una descripción de los síntomas que se observaron en el

Cuadro 1
ENFERMEDADES REPORTADAS PARA EL ZAPOTE

Agente causal	Nombre común
<i>Achrotelium lucumae</i>	Roya ^b
<i>Botriosphaeria obtusa</i>	Tizón foliar ^b
<i>Colletotrichum gloesporoides</i>	Mancha en frutos ^b
<i>Elsinoe lepagei</i>	Mancha foliar, roña ^b
<i>Pestalotia scirrofasciens</i>	Agallas en hojas ^a
<i>Phyllachora sp.</i>	Antracnosis ^b
<i>Phyllosticta sp.</i>	Mancha foliar ^{a,b}
<i>Phymatotrichum omnivorum</i>	Pudrición radicular ^a
<i>Pythium sp.</i>	Pudrición radicular ^b
<i>Septoria sp.</i>	Mancha foliar ^a
<i>Uredo sapotae</i>	Roya ^a

Referencias: a. Index of Plant Diseases in the United States [Anónimo, 1960]. b. Fungi on plants and plants products in the United States [Farr *et al* 1989].

campo, así como también la incidencia en que se observaron cada uno de los daños.

Toma y traslado de muestras al laboratorio

Se colectaron muestras de ramas, tallos y porciones de cortezas que presentaban evidencia de daño y/o muerte parcial o total. Las muestras fueron identificadas y colocadas en bolsas de plástico para su traslado al laboratorio de Diagnóstico Fitopatológico de la Facultad de Agronomía de la USAC.

Identificación en el laboratorio

Las muestras fueron observadas en fresco y para describir los signos presentes, y posteriormente fueron colocadas en incubación en cámara húmeda.

Se observó el desarrollo y evolución de las enfermedades por espacio de ocho días.

Posteriormente se procedió a la observación microscópica e identificación de los organismos que desarrollaron sus estructuras reproductivas, las cuales fueron cotejadas con claves específicas.

Así mismo, se procedió a realizar una revisión bibliográfica sobre los patógenos identificados para poder realizar recomendaciones preliminares de manejo y control en las plantaciones afectadas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de síntomas

La muerte descendente se manifiesta como un secamiento paulatino a partir del ápice hacia la base. El tejido se necrosa a todo lo ancho y en la región de avance se observa una depresión o ahorcamiento, la región basal sana es de mayor diámetro, túrgida y el tejido floemático es de color verde, el tejido xilemático es de color blanco. En la región anterior enferma el diámetro está deprimido, con constricciones longitudinales, el tejido floemático es de color marrón y con agrietamientos longitudinales de 0.2 a 0.5 cm. Se observa la extrusión de masas de cuerpos carbonosos semiesféricos provenientes del interior del tejido, el tejido xilemático es de color café claro.

En cortes de tejidos afectados, sobre los cuerpos carbonosos presentes en los agrietamientos que se manifiestan en el tejido necrosado se identificó al hongo *Botryosphaeria* sp.

El género *Botryosphaeria* (del griego *Botrys* =

SÍNTOMAS
OBSERVADOS
EN RAMAS

DETERMINA-
CIÓN DEL
AGENTE
CAUSAL DE LA
MUERTE
DESCENDENTE

racimo y *Sphaera* = esferas: racimo de esferas), según Agrios [1995] es un hongo perteneciente a la División II Eumycota, Subdivisión 3 Ascomycotina, Clase 2 Pyrenomycetes, orden Sphaeriales. Según Hanlin [1990] sus anamorfos se reconocen como *Dothiorela*, *Botriodiplodia*, *Diplodia*, *Macrophoma* y *Shaeropsis*: Deuteromycete, Sphaeropsidales. En las muestras analizadas no se observó ninguna de estas formas sino únicamente el telemorfo.

Farr *et. al.* [1989] lo clasifica como subclase *Loculoascomycetidae*, orden *Dothideales*, Romero [1988] lo incluye en la familia *Dothioraceae* dentro de la clasificación de Farr; este último indica que existen 34 especies de las cuales *B. obtusa* se reporta afectando a *Pouteria* en las ramas. Por lo anterior podría asumirse que dicha especie es la que se encuentra en el país, aunque según Farr la distribución de *B. obtusa* es en las regiones templadas.

Westcott [1950] indica que el hongo penetra a través de heridas, y por tallos debilitados o muertos.

SÍNTOMAS OBSERVADOS EN TALLOS

El cáncer en tallos se manifiesta como lesiones deprimidas hacia el centro y expandidas en los bordes en forma oval o semi alargada. El tejido floemático ha desaparecido en el centro y se observa tejido leñoso de color café claro a oscuro, de consistencia blanda. Hacia los bordes de la lesión se observan agrietamientos de la corteza y la presencia de estructuras reproductivas de hongo, como una capa de color negro mate de consistencia coriácea y de apariencia carbonosa (asemejando una capa de pintura negra). El ancho de esta capa es variable, de uno a cinco centímetros, y puede bordear completamente la lesión, puede no observarse en todas las lesiones ya que depende del estado de desarrollo del hongo.

La planta afectada presenta escaso desarrollo, amarillamiento generalizado, las hojas con tintes rojizos como si se tratara de una deficiencia de fósforo, hay defoliación ascendente y finalmente el árbol muere.

Al realizar observaciones al microscopio de los cuerpos fructíferos del hongo, los cuales se manifiestan como una capa carbonosa de color negro y de consistencia coriácea en las lesiones en el tallo se determinó que el agente causal corresponde al hongo *Ascomycete* del género *Hypoxylon* sp.

El género *Hypoxylon* (del Griego *Hypo* = debajo de, y *Xylon* = madera: que crece bajo la madera), según Agrios [1995] es un hongo perteneciente a la División II *Eumycota*, Subdivisión 3 *Ascomycotina*, Clase 2 *Pyrenomycetes*, orden *Sphaeriales*. Farr *et al.* [1989] lo clasifican como *Ascomycete*: subclase *Pyrenomycetes* orden *Xylariales*, Romero [1988] lo ubica dentro de la familia *Xylariaceae*. Hanlin [1990] indica como anamorfos a *Nodilusporium* y *Geniculusporium*; *Deuteromycotyna*, *Hyphomycetes* *Hyphales* [Agrios, 1995].

Farret *et al.* [1989] reportan 53 especies afectando generalmente especies arbóreas en su mayoría de maderas duras, pero no lo reporta sobre el género *Pouteria*.

Westcott [1950] indica que este hongo afecta a especies forestales, las cuales son más susceptibles cuando se encuentran en suelos pobres, y cuya edad es menor de treinta años. La penetración se da a través de heridas, y los árboles deben ser eliminados en las etapas iniciales de la infección considerando que la esporulación de la fase conidial se da entre

DETERMINACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DEL CÁNCER EN EL TALLO

el primer y segundo año, y la esporulación de la fase perfecta se da al tercer año después de la infección.

IV. RECOMENDACIONES DE MANEJO

Muerte descendente

Se recomienda en primera instancia un manejo adecuado desde la fase de almácigo, evitando la presencia de insectos, nematodos y de hongos que debiliten las raíces de los patrones. Así mismo se recomienda una adecuada fertilización de las plantas previo al injerto.

Al momento del trasplante en el campo se recomienda una desinfección del suelo, se debe además observar si existe la presencia de larvas de insectos radicales (gallina ciega, gusano alambre) y de ser así proceder a su control.

Además de una adecuada fertilización, y limpia de malezas, durante la fase de crecimiento vegetativo debe evitar el daño a las ramas, si se presentaran heridas cubrirlas con una pintura a base de cobre.

Si la enfermedad ya está presente se recomienda la poda y la quema de ramas y tallos infectados. Las heridas deben cubrirse con pintura de cobre.

Cáncer del tallo

Como esta enfermedad penetra a través de heridas, y afecta a los árboles jóvenes en suelos pobres, las primeras medidas de manejo son la producción de un almácigo sano y vigoroso. Lo más importante es en este caso la herida dejada cuando se despunta

el patrón. Luego de que el injerto ha pegado normalmente no se le da ningún tratamiento, y por lo tanto constituye un punto de entrada para el *Hypoxylon*, por lo que al momento de despuntar el patrón debe ser cubierta la herida con cera cubrecortes, o en su defecto por una pasta fungicida. Por otro lado, una adecuada fertilización al momento del trasplante y durante la etapa vegetativa protegerá a la planta. Es crucial en la etapa temprana de floración dar una fertilización adecuada para soportar la fase de fructificación sin debilitarse.

Por otro lado, se deberán tratar las heridas que puedan ser provocadas por labores de cultivo o por animales para evitar la penetración de las esporas del hongo.

Si la enfermedad ya se encuentra presente lo más pertinente es la eliminación del tejido afectado. Cubrir la herida con pasta fungicida y simultáneamente aplicar a la plantación en general un fungicida sistémico de acción acropetala con espectro en ascomycetos.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. N. 1995. Fitopatología. 2a ed. Limusa, México, 838p.
- ANÓNIMO. 1960. Index of Plant Diseases in the United States.
- U.S. DEPT. AGRIC. Handbook No. 165., Washington, D. C. 531 p.
- FARR D. F. *et. al.* 1989. Fungi on plants and plants products in the United States. The American Phytopathological Society, USA. 1252 p.

- HANLIN, R. T. 1990. Illustrated genera of Ascomycetes. The American Phytopathological Society, USA. 263p.
- MORERA, J. A. 1992. El zapote. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 20 p.
- ROMERO COVA, S. 1988 Hongos Fitopatógenos, Universidad Autónoma Chapingo, México. 361 p.
- UTRERA GARCÍA, L. A., MARTÍNEZ T, E. A. 1994. Caracterización *in situ* de zapote *Pouteria sapota* (jacq) Moore Stearn en Chiquimulilla y Guazacapán, Santa Rosa, Guatemala. Tikalia 12(2). (Guatemala), pp. 35-50.
- WESTCOTT, C. 1950. Plant Disease Handbook. D. Van Nostrand Company, Inc., New York. 746 p.

MANEJO FORESTAL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MANEJO FORESTAL EN BOSQUES LATIFOLIADOS TROPICALES

**Juventino Gálvez Ruano
Claudio Cabrera Gaillard**



I. EL CONCEPTO

La Organización Internacional de las Maderas Tropicales [1992] define la ordenación forestal sostenible como el proceso de manejar tierras forestales permanentes para lograr uno o más objetivos de ordenación claramente definidos con respecto a la producción de un flujo continuo de productos y servicios forestales deseados, sin reducir indebidamente sus valores inherentes ni su productividad futura y sin causar ningún efecto indeseable en el entorno biofísico y social.

Las actividades de manejo forestal deberán orientarse a maximizar los bienes y servicios del bosque en función de los usuarios, de tal manera que a raíz de su valoración, crezcan las motivaciones para su conservación, redundando así en la mejora de las economías locales, regionales y nacionales.

Deberá promoverse un enfoque de manejo diversificado, es decir, aprovechar el máximo número de especies como sea posible en función, tanto de las necesidades del mercado como de las necesidades locales.

Deberá promoverse un enfoque de manejo diversificado, es decir, aprovechar el máximo número de especies como sea posible en función, tanto de las necesidades del mercado como de las necesidades locales. En este sentido, son importantes las especies maderables de alto valor comercial; especies poco conocidas de mercadeo incipiente; especies sin mercadeo actual pero potencialmente utilizables por presentar ciertas características deseables (abundancia, características tecnológicas, características ecológicas, por ejemplo); especies no maderables arbóreas, palmas y otras según el potencial particular de cada sitio.

Bajo este enfoque, los inventarios deberán diseñarse para que permitan establecer adecuadamente el potencial de aprovechamiento de cada recurso de interés y las intervenciones silviculturales deben orientarse a favorecer el crecimiento de un amplio número de especies seleccionadas a través de criterios múltiples: mercadeo, uso local, uso potencial, por ejemplo. Es importante reconocer que el manejo forestal no será viable económicamente y sostenible en el largo plazo, si se basa solamente en la utilización exclusiva de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*); por lo tanto deberán hacerse esfuerzos para estimular mercados de las especies menos conocidas; ello requiere de la unión de esfuerzos de todas las comunidades, sectores e instituciones ligadas a la misma problemática.

ETAPAS DEL MANEJO FORESTAL

Aunque parece existir claridad sobre lo que implican los términos de manejo forestal, es importante enfatizar que se trata de un proceso que considera cuatro etapas bien definidas y complementarias: a) planificación (inventarios; planes generales de manejo; planes anuales de aprovechamiento y planes

especiales de impacto ambiental, de comercialización, de industrialización, de investigaciones y otros); b) aprovechamiento forestal; c) silvicultura y d) protección forestal (cuadro 1). La efectiva integración de estas etapas permitirá precisar las posibilidades de cosecha, es decir, la definición de cortas anuales que no rebasan el incremento total en volumen de las especies comerciales en pie, garantizándose con ello la capacidad del bosque para autogenerarse y la productividad a largo plazo. La inexistencia o debilidad de alguna de las etapas redundará directamente en el deterioro del recurso y en la reducción de las posibilidades para contribuir en el desarrollo local, regional y nacional.

Es fundamental mencionar la necesidad que existe en el país de poner en marcha proyectos de manejo forestal, de tamaño apropiado a la problemática forestal imperante. El marco técnico general ya existe y solamente deberá adaptarse a las condiciones locales. Por supuesto que se carece de datos específicos de crecimiento, mortalidad, regeneración y otros aspectos claves para el manejo, pero no se puede esperar hasta tener estas informaciones. El enfoque debe ser el de iniciar el manejo y paralelamente a ello desarrollar investigaciones que vayan retroalimentando el proceso.

Aunque aquí se ha enfatizado en la necesidad de garantizar el rendimiento continuo de una amplia gama de recursos forestales, los elementos técnicos que a continuación se abordan se aplican fundamentalmente al manejo de los recursos maderables. No obstante, se hacen algunos comentarios específicos, sin profundizar técnicamente, en relación con el manejo de recursos no maderables.

Existe necesidad de poner en marcha proyectos de manejo forestal, de tamaño apropiado a la problemática forestal imperante. El marco técnico general ya existe y solamente deberá adaptarse a las condiciones locales.

Cuadro 1
DETALLE DE LAS ETAPAS INTEGRANTES DE LAS OPERACIONES DE
MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE Y SU APLICACIÓN ESPACIAL

Etapas	Producto	Componentes	Nivel de aplicación
Planificación	Plan general de manejo	→ Inventario → Posibilidades de cosecha → Ciclo de corta → Diámetro mínimo de corta → Tipos de bosque → Otros	Unidad de manejo forestal
	Plan anual de aprovechamiento	→ Censo comercial → Mapa de pendientes → Infraestructura de cosecha → Marcaje de árboles → Otros	Área de corta anual
Aprovechamiento	Recursos de Interés	→ Liberación de lianas → Tumba dirigida → Desrame → Troceo → Tránsito mínimo → Arrastre controlado → Otros	
Silvicultura	Plan Silvicultural	→ Muestreo diagnóstico* → Diseño y aplicación de tratamientos silviculturales	
Protección	Plan de Protección	→ Identificación de zonas críticas (incendios, plagas y enfermedades) → Implementación de medidas de protección (rondas contrafuego, torres de vigilancia, caminamientos permanentes, otras)	Unidad de manejo forestal

* Es una práctica recomendable para la toma de decisiones silviculturales, sin embargo, pueden utilizarse otros métodos.

II. OBJETIVOS DEL MANEJO

Las actividades de manejo forestal deben perseguir la producción continua de bienes y la manutención de los servicios ambientales de los ecosistemas boscosos. En este sentido, generalmente los objetivos del manejo serán:

- a) Maximizar el rendimiento de madera proveniente de árboles cosechables (mayores a un diámetro mínimo de corta definido) y de la gama de productos no maderables existentes (por ejemplo, en Petén poseen un potencial real el chicozapote (*Manilkara zapota*), pimienta (*Pimenta dioica*), xate (*Chamaedorea spp.*), bayal (*Desmoncus spp.*), guano (*Sabal spp.*) y otros.
- b) Asegurar la permanencia de las masas forestales para garantizar la estabilidad de la zona respecto a la producción de agua, productividad de los suelos, resguardo de vida silvestre y otros servicios ambientales que benefician a toda la sociedad.
- c) Desarrollar sistemas de producción diversificados con un importante aporte de los recursos forestales tanto en fincas privadas como en áreas comunales.

III. INVENTARIO DE RECURSOS Y PLAN GENERAL DE MANEJO

Criterios básicos

Existen metodologías bastante difundidas, aunque muchas veces mal aplicadas, para la elaboración

de inventarios y planes de manejo dirigidos a especies maderables. Los métodos de muestreo, tamaño y forma de las parcelas de muestreo, las variables de medición y otros factores que finalmente permiten estimar confiablemente las existencias maderables (abundancia, área basal, volumetría), así como la tipología boscosa, entre otros aspectos, son ampliamente conocidos. No obstante, estos mismos factores son prácticamente desconocidos cuando se trata de productos no maderables.

DISEÑO DE INVENTARIOS

Con la finalidad de optimizar los recursos disponibles deberían diseñarse inventarios que permitan hacer estimaciones del potencial de cosecha, tanto de recursos maderables como de no maderables. Los métodos para lograr este propósito están en proceso de desarrollo y pueden ser accesados en instituciones involucradas en el asunto desde algunos años; en la región centroamericana está, principalmente, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

En el caso de las especies maderables, uno de los resultados más importantes del análisis de la información del inventario forestal es la determinación de la posibilidad y el ciclo de corta, mismos que dependen del crecimiento y rendimiento y de la abundancia de individuos maderables comerciales de futura cosecha y de su distribución en las clases diamétricas inferiores al diámetro mínimo de corta establecido. El enfoque es similar para el caso de especies no maderables; no obstante, deberán identificarse convenientemente las variables que permiten identificar tanto la subpoblación productiva como las existencias del producto cosechable de una manera fiable.

El plan de manejo con fines diversificados se elabora sobre la base de los resultados del inventario forestal. Para el caso de Guatemala, se deberá estructurar siguiendo los lineamientos del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) o el Servicio Forestal Nacional, según si el bosque a manejar se ubica dentro o fuera de áreas protegidas.

Plan de operaciones

Un plan de operaciones deberá diseñarse para cada bosque o unidad de manejo forestal; el mismo deberá considerar todas las operaciones a realizar por lo menos durante un ciclo que inicia con el inventario y plan general de manejo, la primera cosecha hasta llegar a la segunda cosecha según el ciclo de corta seleccionado. El plan de operaciones deberá consignarse claramente en el Plan General de Manejo y será una guía tanto para la toma de decisiones a nivel de la unidad de manejo forestal, como para la ejecución de intervenciones en cada área de corta anual.

El plan de operaciones se define a cabalidad hasta después de realizado el inventario forestal y de haber analizado convenientemente la información generada. En el cuadro 2 se presenta un resumen de las actividades que un plan de operaciones puede considerar. El año adecuado para la ejecución de las acciones que aparecen con signo de interrogación (?) deberá precisarse sobre la base de los respectivos inventarios generales de recursos de cada unidad de manejo forestal. El muestreo diagnóstico es un procedimiento de utilidad demostrada en el proceso de toma de decisiones silvícolas, no obstante, otros procedimientos pueden utilizarse. En Costa Rica se

El plan de operaciones deberá diseñarse para cada bosque o unidad de manejo forestal; el mismo deberá considerar todas las operaciones a realizar por lo menos durante un ciclo que inicia con el inventario y plan general de manejo, la primera cosecha hasta llegar a la segunda cosecha según el ciclo de corta seleccionado.

utiliza con mucha frecuencia el muestreo diagnóstico, además, las evaluaciones posteriores al aprovecha-

Cuadro 2
PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE INTEGRAN UN
PLAN DE OPERACIONES A APLICAR EN LA
UNIDAD DE MANEJO FORESTAL

Pre-aprovechamiento

- Año 0:** Selección del área, definición y verificación de límites en el campo.**
 Inventario general de recursos de interés y plan general de manejo (entre otros, incluye la definición de ciclos de corta, diámetros mínimos de corta, tamaño de los cuarteles).**
 Inventario de planificación o total (censo comercial).*
 Plan de aprovechamiento.*
 Plan de protección.**a

Aprovechamiento

- Año 1:** Primera cosecha (corta de lianas, tumba dirigida, desrame, troceo, arrastre controlado, acopio, carga de camiones, dispersión de residuos, otros).*

Post-aprovechamiento

- Año 2:** Plan silvicultural.*
 → Muestreo diagnóstico
 → Diseño de tratamientos silviculturales
Año ?: Aplicación de tratamientos silviculturales.*
Año ?: Muestreo diagnóstico o total (censo comercial).*
Año ?: Evaluación y ajuste del plan general de manejo.**
Año ?: ¿Aplicación de tratamientos silviculturales?.*
Año n-1: Inventario de planificación.*
Año n: Segunda cosecha.*
-

** = Actividades de validez para toda la unidad de manejo forestal.

* = Actividades a realizar en cada área de corta anual.

a = La protección forestal debe ser permanente.

miento incluyen un muestreo de remanencia y un muestreo silvicultural. En términos generales, el primero está orientado a determinar el número y la causa de remanencia postaprovechamiento de individuos comerciales que sobrepasan el diámetro mínimo de corta; el segundo incluye a todos los árboles superiores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho y se orienta a determinar la proporción entre la abundancia de especies comerciales y no comerciales.

IV. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE OPERACIONES

Inventario de planificación, total o censo comercial

Una vez definido el ciclo de corta (n años) se delimitan las áreas de corta anual. En cada una de ellas deberán realizarse inventarios totales de las especies a cosechar que sobrepasan el diámetro mínimo de corta. Estos inventarios totales o censos comerciales deberán dirigirse a:

- a) Establecer el potencial real de los productos maderables a cosechar que son iguales o superan el diámetro mínimo de corta, así como aquellos que deberán quedar con fines de reserva o como semilleros.
- b) Conocer el sitio para planificar adecuadamente las labores ligadas a la cosecha (camino, pista de arrastre, labores de tala, otras) y para identificar adecuadamente las áreas que requieren protección especial.
- c) Identificar la posibilidad de cosecha inmediata

de recursos no maderables, así como las zonas de alto potencial que deben intervenir con precauciones especiales.

En esta etapa deben realizarse una serie de actividades específicas ligadas a los anteriores propósitos, que consideran tanto a los individuos como al sitio, por ejemplo, ubicación y marcaje de árboles tanto de cosecha actual como futura; planificación de la construcción del sistema de caminos, pistas de arrastre y patios de acopio, actividad que debería de basarse en un levantamiento topográfico del sitio.¹ Todas las labores deben estar dirigidas a planificar adecuadamente la cosecha, disminuir los daños potenciales y maximizar la producción.

Planificación y ejecución del primer aprovechamiento

Generalmente, el aprovechamiento de madera comercial es la primera intervención importante en un bosque. Su adecuada planificación y ejecución tendrá implicaciones no sólo en la rentabilidad inmediata de las operaciones, sino también sobre la productividad futura del bosque y sus posibilidades de manejo sostenible, en términos de suministro integral de madera, productos no maderables, servicios ambientales, beneficios sociales y valores globales.

1. Un levantamiento topográfico del área anual de corta es un mecanismo sencillo, práctico y de bajo costo que permite una mejor planificación del sistema de accesos. El producto final es un mapa de pendientes que puede ser obtenido procesando la información de campo con el *software* Surfer.

El aprovechamiento deberá planificarse sobre la base de la información generada en la etapa anterior enfatizando en: área a intervenir, ubicación de los árboles a extraer y a conservar y volumetría, recorrido de las vías de acceso (caminos principales, secundarios y pistas de arrastre), sistemas de corta, arrastre, acopio, carga, transporte y equipo a utilizar.

Entre las labores previas al aprovechamiento son relevantes las siguientes: marcaje de los árboles a tumar y a proteger, liberación de lianas cuando sea necesario, habilitación de caminos existentes que cumplan con los requerimientos del plan y otras medidas especiales definidas a raíz del inventario de planificación.

Durante el aprovechamiento mismo, deberá hacerse énfasis en la tumba dirigida, el desrame y el troceo. Además, deberá establecerse la posibilidad de realizar el arrastre con cable a fin de reducir el tránsito de la maquinaria, si es que se usa, hasta el tocón del árbol. Luego del traslado de la madera hasta los patios de acopio deberán seccionarse de acuerdo a las dimensiones y formas requeridas por el mercado. Los residuos en los sitios de tala deberán aprovecharse al máximo para leña, artesanías u otro uso local.

Plan silvicultural

Al año siguiente del aprovechamiento podría realizarse un muestreo diagnóstico con la finalidad de determinar el estado del bosque remanente y la necesidad de intervenciones silviculturales.

Hutchinson [1989] opina que el muestreo diagnóstico es un modo rápido de llegar a decisiones sobre la naturaleza y la programación de los tratamientos silviculturales. Se orienta a determinar la cantidad

PRIMER MUESTREO DIAGNÓSTICO

y el estado de los árboles de futura cosecha y la necesidad de aplicar un tratamiento silvicultural determinado.

En la ejecución del muestreo diagnóstico deberán seguirse las indicaciones de Hutchinson [1993] y deberá considerarse una intensidad de muestreo que permita una adecuada interpretación de las necesidades de intervención silvicultural.

DISEÑO DE TRATAMIENTOS SILVICULTURALES

Sobre la base del muestreo diagnóstico deberá diseñarse el tipo y la secuencia de aplicación del tratamiento silvicultural. Los tratamientos deberán orientarse a mejorar las condiciones que favorecen el crecimiento y rendimiento de la masa forestal de futura cosecha. En términos generales deben considerarse los siguientes propósitos:

- a) Aumentar el crecimiento y la probabilidad de sobrevivencia de los árboles de futura cosecha a través de la reducción de vegetación adyacente que impide tales procesos.
- b) Promover el establecimiento y el crecimiento de la regeneración natural de las especies de interés para el manejo.
- c) Proveer los espacios requeridos para el adecuado establecimiento y desarrollo de las especies de interés, incluyendo los individuos provenientes de regeneración artificial.

En este contexto son promisorias una o la combinación de varias de las siguientes operaciones: liberación o eliminación de árboles de especies de menor valor que interfieren con el crecimiento de árboles de futura cosecha; dispersión de semillas de especies de interés en espacios preparados para el efecto; refinamiento o eliminación de los individuos indeseables que sobrepasan límites preestablecidos; enrique-

cimiento con especies valiosas y otras. Esta última operación deberá dimensionarse claramente pues las fajas de enriquecimiento deben garantizar tanto en el espacio como en el tiempo todas las condiciones necesarias para el establecimiento de los individuos plantados.

Aplicación de tratamientos silviculturales

Una vez definidos y diseñados los tratamientos silviculturales en el segundo año, deberá tomarse la decisión sobre su aplicación tanto en el espacio como en el tiempo. Se sugiere aplicar el tratamiento en el año tres iniciando en los cuarteles de corta previamente cosechados.

Las especificaciones para la aplicación del tratamiento estarán en función de las operaciones silvícolas específicas que se seleccionen, tomando en consideración la situación actual y potencial del bosque.

Segundo muestreo diagnóstico

En un período considerable, quizá en el año 10, deberá evaluarse el efecto de los tratamientos silviculturales aplicados en las áreas previamente cosechadas. Para ello podría realizarse nuevamente un muestreo diagnóstico. Los resultados obtenidos se utilizarán para evaluar la posibilidad de obtener una segunda cosecha ecológicamente factible y financieramente rentable o para identificar la necesidad de nuevos tratamientos silviculturales tendientes a este fin.

Evaluación y ajustes al plan de manejo

Después del año 10 y sobre la base de la experiencia ganada en las etapas anteriores, los resultados de investigaciones paralelas, así como las nuevas tendencias de mercadeo de las especies, deberán realizarse los respectivos ajustes a los planes de manejo de cada área.

Segunda cosecha

Hasta el fin del período correspondiente al ciclo de corta, se habrán realizado aprovechamientos anuales en áreas de tamaño más o menos uniforme. El ciclo deberá iniciarse nuevamente en el cuartel aprovechado en el año 1.

V. PROTECCIÓN FORESTAL

La protección del bosque se refiere a un conjunto de acciones orientadas a evitar el deterioro de los recursos forestales o al cambio de uso de la tierra. Están estrechamente ligadas al logro de los objetivos previstos en el plan general de manejo pues se orienta a eliminar efectos negativos en los recursos forestales, debido a factores de diversa índole, a saber: plagas y enfermedades, incendios, avance de frontera agrícola, talas ilícitas u otro factor. Un plan especial de protección deberá integrar el plan general de manejo y su aplicación será permanente a nivel de toda la unidad de manejo forestal.

VI. IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO DEL PLAN DE MANEJO

El plan de manejo se implementa sobre la base de una serie de operaciones que tienen secuencia temporal y espacial, todas congruentes con los objetivos de manejo previamente definidos. La secuencia inicia con las labores previas al aprovechamiento del primer cuartel de corta y finaliza en el último año del período definido por el ciclo de corta. La implementación en sí, requiere de la preparación de planes operativos anuales y planes especiales según los objetivos del manejo. Cada plan operativo anual debe contener todos los elementos técnicos y financieros que aseguren una adecuada intervención de cosecha.

El monitoreo del plan de manejo, o más bien, de la respuesta del bosque ante las intervenciones previstas en éste, es un elemento clave para garantizar la sostenibilidad ecológica y financiera del manejo. Generalmente el monitoreo se basa en la observación de variables ligadas al crecimiento, reclutamiento, mortalidad, regeneración, abundancia de individuos comerciales, daños, principalmente, en dispositivos experimentales permanentes de tamaño variable según el objetivo y el tamaño de los individuos a medir. Estos dispositivos permitirán precisar la situación del recurso a nivel de cada bosque en términos de qué cosechar, cuánto y de qué especies.

El monitoreo del plan de manejo, es un elemento clave para garantizar la sostenibilidad ecológica y financiera del manejo.

VII. ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

- 1) Es necesario enfatizar en el hecho de que es necesario generar información específica para cada bosque bajo manejo; no obstante, es igualmente necesario reconocer que existe suficiente información técnica para iniciar el manejo de extensas zonas boscosas de nuestro país. Los principales factores que frenan tales intenciones son de carácter político, social y económico. Ejemplos concretos se refieren a la lentitud que ha caracterizado el proceso concesionario de Petén, o bien las limitadas oportunidades de mercadeo para especies poco conocidas y la falta de una estrategia nacional para abordar el problema.
- 2) Es necesario promover una utilización múltiple de los bosques, premisa que se basa no sólo en la biodiversidad misma del bosque, sino en la existencia de grupos humanos involucrados en su uso. El manejo de una mayor cantidad de bienes y servicios con beneficios tangibles para la sociedad completa, aumentará las motivaciones para la conservación de estos recursos.
- 3) La simplificación de los planes de manejo, sin dejar de lado el rigor técnico de los mismos, es una necesidad. Se necesitan documentos que guíen eficientemente la toma de decisiones acerca del manejo de los recursos forestales y no extensos volúmenes con información general que para estos fines es irrelevante. Así mismo, es ilógica la existencia de normas, criterios y procedimientos diferenciados en función de las instituciones, para el manejo de los recursos forestales del país. Deberán procurarse acuerdos entre el

Consejo Nacional de Áreas Protegidas y el Servicio Forestal Nacional para concretar procedimientos únicos para la elaboración de planes de manejo.

- 4) Es fundamental la participación del sector privado en el manejo de bosques naturales. Obviamente el Estado deberá jugar un rol de monitor para asegurar el cumplimiento de normas y procedimientos de manejo. La promoción del manejo debe incluir, entre otros, diferentes formas de incentivos (financieros y servicios técnicos) ágiles y oportunos.
- 5) La investigación, necesaria para orientar con mejor precisión, las intervenciones de manejo, debería realizarse bajo la dirección de las instituciones nacionales académicas en estrecha colaboración con los sectores involucrados en el manejo. Es necesario reconocer que la investigación es clave para orientar adecuadamente tanto las políticas como los procesos productivos.

BIBLIOGRAFÍA

- HUTCHINSON, I. 1989. Silvicultura de los bosques húmedos tropicales de bajura. Turrialba. Costa Rica. CATIE. s.p. Presentado en Curso Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales.
- 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. CATIE. Serie técnica. Informe técnico No. 204. Colección Silvicultura de Bosques Naturales. No. 7. 32 p.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES. 1992. Criterios para la evaluación de la ordenación sostenible de los bosques tropicales. Serie OIMT de Desarrollo de Políticas No. 3. Yokojama, Japón. 6 p.

ECOLOGÍA HUMANA

NOTAS SOBRE ANTROPOLOGÍA Y CONSERVACIÓN: NATURALEZA Y CULTURA

Alfonso Arrivillaga Cortes



«El hombre es sobre todo espíritu, o sea, creación histórica, y no naturaleza»

Antonio Gramsci

INTRODUCCIÓN

Inicialmente desarrollaremos un bosquejo de algunas corrientes del pensamiento antropológico influidas por la ecología. Los ejemplos no son exhaustivos, pero sí representativos de las corrientes más determinadas por la relación hombre-naturaleza. Con ello sólo se intenta subrayar la existencia de teorías y métodos propios de la «ecología cultural». Luego señalamos algunas de las fuentes históricas que nos permiten destacar el interés del hombre por explicarse lo que le rodea, también poniendo atención respecto al status y el papel de las representaciones simbólicas, y sobre todo de la antropología en la planificación

de «áreas de protección especiales». Finalmente sugerimos, a través de una guía de observación, líneas generales del campo de atención en los estudios sobre áreas protegidas y de impacto ambiental.

De manera que esta exposición, es más descriptiva que interpretativa; pretende colaborar para una discusión que permita apoyar un trabajo más sistematizado entre los estudios de la naturaleza y la cultura.

Nuestro interés fundamental es presentar algunas notas sobre la relación naturaleza-sociedad. Debemos considerar que toda planificación del medio se hace con fines de estudio o manejo, pero que se ha descuidado el valor del actor principal, las poblaciones humanas y sin duda el papel de las poblaciones humanas dentro de las áreas de protección pues muchas planificaciones no contemplan la interacción del hombre con su medio.

Por todo ello, estas líneas sólo pretenden contribuir a consolidar estudios más directos y concienzudos sobre esta interacción hombre-naturaleza. Y refiero esto tomando en cuenta que en el campo de la teoría se ha avanzado mucho pero no en la acción. Nuestra rápida reseña sobre la historia natural en Guatemala, tiene por objeto ejemplificar el potencial de los estudios histórico- antropológicos para interpretar la intervención del hombre sobre su medio.

I.

DE LA ANTROPOLOGÍA Y LA ECOLOGÍA: ALGUNAS CORRIENTES DEL PENSAMIENTO

En el campo del pensamiento de la teoría antropológica existe una tendencia del determinismo ambiental; Meggers [1954: citado por McClunng:

1984:10] nos dice que «...la adecuación diferencial del medio ambiente para la explotación agrícola da una explicación potencial de las diferencias en el desarrollo cultural en el mundo...»; propone una clasificación del medio según su potencial para sostener a una población. Refiere los siguientes tipos: áreas sin potencial agrícola, áreas de potencial agrícola limitado, áreas de potencial agrícola con posibilidad de mejoramiento y áreas de potencial agrícola sin límites. A pesar de que Meggers visualiza la importancia de factores claves, como suelos, climas, etc., su clasificación del medio cultural es con referencia al grado de tecnología para mejorar la producción agrícola.

Otro punto de vista sugiere ver al ambiente como factor limitante dentro del marco de la tecnología que ayuda a una mejor explotación. Es decir que se da un «potencial agrícola natural», aunque no se define en términos de mejorar la producción agrícola. Ferdon [1959: citado por McClunng: 1984:12], clasifica varios tipos de medios en términos de temperatura, humedad, suelos, topografía, etc, como variables que intervienen en el desarrollo de las grandes civilizaciones. Es decir, el medio ambiente incide sobre la producción agrícola y es el que controla el grado de desarrollo de una cultura. A diferencia de Meggers, Ferdon sugiere el ambiente cultural, que controla los límites del desarrollo cultural.

Hay un enfoque más que de alguna manera completa la propuesta de Ferdon y se encuentra en la llamada «ecología cultural». Los estudios de Steward [1955], tratan de explicar el origen de rasgos particulares culturales y los patrones que caracterizan áreas diferentes, mientras que la ecología humana

**EL AMBIENTE
COMO FACTOR
LIMITANTE**

**LA ECOLOGÍA
CULTURAL**

La ecología cultural define tres niveles de relaciones entre el hombre y su medio: la relación entre una comunidad humana y su medio ambiente inorgánico; la relación de una comunidad humana y las plantas y los animales silvestres o domesticados; las interrelaciones entre seres humanos de una misma comunidad local y entre comunidades humanas.

deriva principios generales para cualquier situación ambiental cultural.

La ecología cultural define tres niveles de relaciones entre el hombre y su medio: la relación entre una comunidad humana y su medio ambiente inorgánico; la relación de una comunidad humana y las plantas y los animales silvestres o domesticados; las interrelaciones entre seres humanos de una misma comunidad local y entre comunidades humanas. El ecólogo cultural considera la cultura de un pueblo como un subsistema en interacción con otros subsistemas.

Steward nos sugiere los siguientes puntos para la perspectiva de la ecología cultural: el análisis de las interrelaciones de tecnología (explotación y producción) y el medio ambiente; el análisis de los patrones de comportamiento, relacionados con la explotación de un área particular por medio de una tecnología particular; la determinación del grado en que los patrones de comportamiento relacionados con la explotación del medio ambiente afectan aspectos de la cultura.

Se ve a la ecología cultural como una herramienta metodológica, que permite ver los cambios sociales según los procesos de adaptación del hombre al medio. La propuesta de Steward es bastante conocida y aplicada en el área de Mesoamérica. En el campo de la arqueología, la información del ambiente biofísico es considerada con especial atención. Dada la importancia y la estrecha interrelación entre la arqueología y la tecnología, es oportuno señalar que ha sido en la primera disciplina donde los estudios sobre potencial ecológico, capacidad regional, población y crecimiento, se han desarrollado más sólidamente en general, y en particular para Mesoamérica.

Sin duda el generador de estas líneas de conocimiento es el pensamiento marxista, y se encuentran en el desarrollo del materialismo histórico. En su enfoque de la relación sociedad-naturaleza refiere que la sociedad es parte de un mundo material, es un elemento constitutivo en la estructura total de la vida y, por lo tanto, inseparable de la naturaleza con la cual se mantiene en constante interacción a través de un proceso específico, el proceso de producción.

II. EL CASO DE MESOAMÉRICA

Indudablemente existen varias formas para conocer cómo el hombre se ha explicado su medio. En el caso de Mesoamérica, área cultural a la que los mayas pertenecen, las fuentes arqueológicas son ricas y abundantes sobre este tema: restos arqueológicos, códices, murales, vasos policromos, nos señalan más de una vez la flora y fauna del medio en que estas culturas se desarrollaron.

Los textos indígenas escritos en los primeros años de la conquista, son la mejor fuente para corroborar la información obtenida con las fuentes arqueológicas. Ellos apuntan en diferentes contextos al conocimiento de su medio y a la relación que con él se tiene, por demás estrecha y armónica. Sin duda el mejor ejemplo es el *Popol Vuh*, libro sagrado de los quichés y en donde se pueden ubicar preciosos pasajes que prueban su profundo conocimiento del hombre y su medio. Tan solo esta cita inicial: «... y aquí traeremos la manifestación, la publicación y la narración de lo que estaba oculto, la revelación por

Tzacol, Bitol, Alom, Qaholo, que se llama Hunahpu-Vuch, Hunahpu-Utiu, Zaqui-Nima-Tziis, Tepeu, Gucumatz, U Qux Cho U Qux palo, Ah Raxa Lac, Ah Raxa Tzel, así llamados...». Recinos [1953: 83] nos explica que este pasaje se refiere a divinidades ordenadas en parejas. Tzacol y Bito, creador y formador, Alom, la Diosa que concibe los hijos, Hunahpu-Vuch un cazador o tacuazín (*Opossum*); Hunahpy Utiu, un cazador coyote (*Canis lantras*), Zaqui Nima Tziis gran pizote blanco (*Nasua nasica*) o coatí, Nim Ac, gran cerdo montés, entre otros personajes. Representativo es que en el orden de la formación de las historias, los animales jueguen un lugar preponderante.

Estos son sin duda, los medios más importantes para reconstruir e interpretar el período precolombino. Una vez iniciado el proceso de conquista y colonización, distintas facetas de la vida cotidiana de los indígenas fueron documentadas y entre ellas está el uso de sus recursos naturales.

LOS ESCRITOS DE SAHAGÚN

Fray Bernardino de Sahagún, quizá sea el mejor ejemplo de los frailes conquistadores que manifestaron preocupación por registrar las distintas «manifestaciones culturales» de los «aborígenes». Sus grandes escritos nos señalan detenidamente el conocimiento de los indígenas sobre su medio. Abunda en información sobre la fauna y la flora que para ese entonces era desconocida por los conquistadores y señala entre otras cosas, el uso de plantas medicinales lo que indica ya una sistematización del conocimiento sobre su naturaleza.

El biólogo Mario Dary Rivera [1972] ha desarrollado un trabajo para demostrar la cantidad de referencias ictiológicas en la obra del padre Tomas Gage. Gracias a una minuciosa revisión de la obra de Gage,

nos ubica en su época y recoge de manera analítica las informaciones ictiológicas proporcionadas. En su trayecto de San Agustín Acasaguastlán a Guastatoya dice: «...un pueblo de indios llamado Acarabastlan, que está situado a la orilla de un río que pasa por uno de los más abundantes en pescado (seguramente se refiere al río Motagua, hoy bastante intervenido). Aunque hay mucha clase de éstos, sobre todo uno llamado Bobo que es redondo, muy grueso y largo como el brazo, no teniendo más que una espina en el medio, es extremadamente blanco, gordo y excelente para ser cocido, frito, asado y compuesto de cualquier manera...» [Gage: 1946: 186].

Más adelante también hace referencia al tepemehín, una especie de trucha, cuya manteca más parece de cerdo que de pescado.

Sin duda la obra más importante de estos esfuerzos es la escrita por Francisco Ximenes [1967] en 1722 en el pueblo de Sacapulas y titulada *Historia natural del Reino de Guatemala*. Su amplio trabajo incluye descripciones exhaustivas de los animales, de las culebras, de las aves, las abejas, las hormigas, montes y volcanes, aguas, peces, sabandijas chicas, árboles, flores, piedras y minerales.

Sobre los siglos XVI y XVII, sin duda una de las obras más importantes es la de Antonio de Fuentes y Guzmán quien en su *Recordación Florida*, brinda abundantes informaciones que abarcan diferentes campos: «Discurso Historial, Natural, Material, Militar y Política...». Además estos escritos ya se encuentran alimentados por una reflexión más sistemática influida por los europeos; cuenta con dibujos y mapas lo que permite una mayor apreciación de su obra. En sus relatos hay explicaciones sobre plantas medicinales, sobre frutos que le son desconocidos, sobre

reptiles, en especial sobre culebras, los cuales, por cierto, son un poco exagerados. Para ejemplificar algo sobre sus descripciones, veremos la que nos da del «peje manatí» en los confines del Río Dulce.

«... El manatí, cuya figura proponemos por estampa, por lo exquisito y singular de su admirable formación. De este género de peje no solo en la laguna del golfo Dulce, y en su río sino en todas las costas de Trujillo, Puerto Caballos... tiene dos brazuelos cortos, gruesos y rugosos con semejanza a los del elefante... tiene en cada brazuelo, o mano cuatro uñas, la cabeza es semejante a la del ternero, los ojos son pequeños respecto de su mole y corpulencia y tiene propiedad de abrirlos y cerrarlos con mucha ligereza, presteza y facilidad, el cuero que le cubre es grueso y espeso, con algunos pelos cenicientos a trechos, desde la parte del ombligo

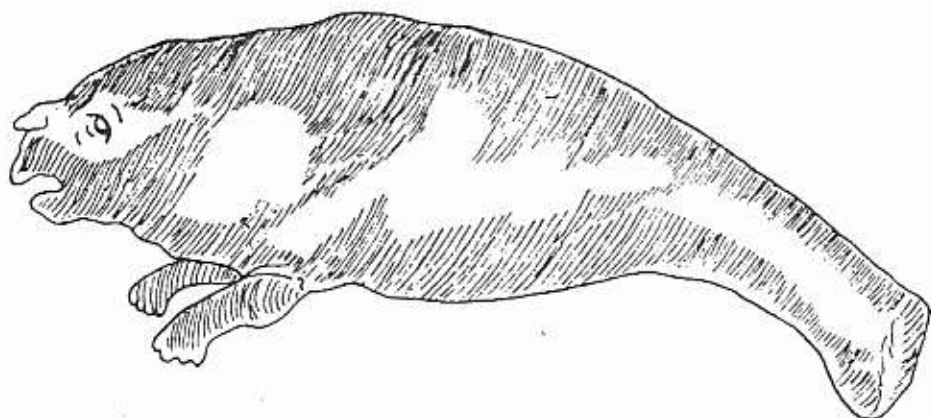


Figura que representa al manatí, que aparece en el original de la *Recordación Florida* de Francisco de Fuentes y Guzmán.

a la cola se ciñe y adelgaza y según su edad es la cantidad de su cuerpo, más los mayores que se recogen son de a veinticinco y de a treinta pies de largo... paren sus becerros como las vacas, tienen pezones con los cuales dan de mamar...» [Fuentes y Guzmán: 1932: t.2: 327].

Entre 1787-1802 Moziño y Longinos recorren el Reino de Guatemala como parte de la Real Expedición Botánica a la Nueva España, impulsada por el naturalista Martín Sesse. El hecho constituyó un giro a los estudios sobre los recursos del Reino impulsado por el movimiento ilustrado apoyado por la Monarquía Borbona. José Mariano Moziño, a quien se debe la fundación del primer Gabinete de Historia Natural en Centro América, y José Longinos Martínez realizan en la expedición al Reino de Guatemala indiscutibles aportes al estudio de la flora en Guatemala. Ponen su atención también sobre el añil —clave de la economía de la época—, sobre los movimientos telúricos, sales y minerales, entre otros trabajos. Sin duda el más importante de sus aportes fue el de la clasificación taxonómica del Quetzal (*Pharomachrus mocinno* de la Llave), mismo que había sido sometido a clasificaciones equivocadas. La participación de estos personajes en la historia natural de Guatemala fue clave [Taracena: 1983].

Posteriormente [1839] en un momento en donde el país se debatía entre las luchas de Morazán y Carrera, y donde la inestabilidad del sistema era de lo más común, el país fue visitado por John L. Stephens y Frederick Catherwood. Stephens enviado diplomático del presidente de Estados Unidos Van Buren, intercaló en su misión su pasión por la arqueología.

LA REAL
EXPEDICIÓN
BOTÁNICA DE
MOZIÑO Y
LONGINOS

JOHN L.
STEPHENS Y
FREDERICK
CATHERWOOD

En sus relatos refiere de manera acuciosa el medio que le rodea. Sobre el Río Dulce dice:

«... A cada lado, elevándose perpendicularmente de tres a cuatrocientos pies, había una muralla de perpetua verdura. Los árboles crecían a la orilla del agua, con densa y no interrumpida frondosidad hasta la cima; no se divisaba, ningún lugar estéril; y en ambos lados, desde la copa de los más altos árboles, largos zarcillos descendían hasta el agua, para beber y llevar vida a los troncos que los sostenían...» [Stephens: 1971: Tomo I: 31].

**EL APOORTE DE
ARTURO
MORELET**

En 1842 el ornitólogo francés Delattre hizo una colección de aves que mandó a París. Cuatro años después llegó a Guatemala el naturalista francés Arturo Morelet, quien ya traía una gran experiencia de trabajo en Europa y África. Su obra da grandes aportes no sólo para la interpretación de la historia natural de Guatemala sino también para su historia social, lo cual prueba su vasta y compleja formación cultural. La visita de este naturalista también marcó un aporte al conocimiento de especies desconocidas hasta ese momento, como el caso del cocodrilo del lago de Petén Itzá (*Crocodylus Moreleti*, Dum). Sus narraciones son ricas y amplias y su obra debe ser considerada un tratado de historia natural de importancia para su época [Morelet: 1990].

Es oportuno recordar aquí que los estudios de Lamark, ubicados en las corrientes del pensamiento antropológico que ayudaron a ubicar una teoría completa de la evolución de los seres vivos. Lamark sostuvo la doctrina que todas las especies incluyendo al hombre, descienden de otras especies. Los aportes

del evolucionismo biológico en la obra de este pensador son claves en las ciencias sociales, y se conocen bajo la corriente del evolucionismo social.

A finales del siglo pasado, el país fue visitado por el naturalista alemán Karl Sapper, quien también nos dejó una obra que da muestras de formación sólida. Sapper presenta el primer estudio de la región sobre vulcanología y sus estudios sobre las Verapaces van a ser la plataforma que convencerá al capital alemán para invertir en estas tierras [Sapper: 1897]. Otros etnólogos alemanes como Franz Temer [1939], a los que podemos considerar como seguidores de la obra de Karl Sapper, dejaron estudios que abarcan el campo de las ciencias naturales y de regiones que han cobrado reciente interés por ser conservadas en Guatemala, como es el caso de la Sierra de las Minas.

III. SISTEMAS DE REPRESENTACIONES Y MECANISMOS DE CONSERVACIÓN EL ZULTAKAJ

Indudablemente los grupos mayas que habitan Guatemala cuentan con múltiples mecanismos y formas de plantear el universo que les rodea. Su filosofía, ética y moral se encuentran ligadas a la Madre Tierra que brinda el sustento. Nos referiremos *grosso modo* al *Zultakaj*, dueño de los cerros y elemento clave en la cosmovisión q'eqchi' [Cabarrús: 1979].

Dadas las características del desarrollo cultural de las Verapaces, los q'eqchi's forman un grupo étnico que se mantuvo bajo formas de dominación —la con-

versión pacífica— que le permitieron buscar mecanismos sólidos de etnoresistencia. Indudablemente fue en sus mecanismos de representación simbólica donde los ejes claves de resistencia se refugiaron. De esta manera a lo largo de los siglos, las creencias alrededor del *Zultakaj* se han conservado o han dado lugar a readaptaciones que le permiten pervivir.

EL ZULTAKAJ:
DUEÑO DE
CERROS Y
VALLES

El *Zultakaj* es considerado dueño de los cerros y de los valles, y es el único que puede brindar la «licencia» para tomar lo que hay en ellos. Además existen ciertos lugares donde no se debe tomar nada, para no provocar su furia. El *Zultakaj* ocupa un lugar privilegiado en la cosmovisión q'eqchi' y sin duda éste ha sido un elemento clave en la planificación del uso de sus recursos. Si todo lo que se toma del medio debe ser concedido por licencia, todo cuanto hay ahí es anímico y vital para su subsistencia; entonces el uso de estos recursos debe ser racional. Interviene también el *Acuas* que se traduce como sistema de prohibiciones y castigos por transgresión. Seguramente en el ritual del *Guatesinc* es donde se cristaliza de mejor manera ese mundo anímico que rodea al q'eqchi' y que requiere de consagración.

Sin embargo este sistema de representaciones se ha visto amenazado. Los procesos de cambio, la diáspora a la que se ha visto sometido el pueblo q'eqchi' por la violencia y otros factores, han iniciado profundas fisuras en su religiosidad. A pesar de que durante el período colonial los q'eqchi' aprendieron mucho de la cultura de los antiguos habitantes de la selva, a los que recuerdan como *Cholchink* o *Jicaques*, estos conocimientos parecieran perderse no por la voluntad del grupo sino por imposiciones, manifiestas a través de la llegada de las sectas

protestantes fundamentalistas, que se han convertido en enemigo acérrimo del *Zultakaj* y de su cosmovisión.

IV. PROPUESTA PARA UNA GUÍA DE OBSERVACIÓN

Presentamos finalmente una guía de observación que contiene algunas de las líneas que deben recoger los estudios sobre la declaración de las áreas protegidas y los estudios de impacto ambiental. Las formas de acercarse a los sujetos de investigación y sus variables son las propias del método etnográfico y sus interpretaciones quedan a merced de las corrientes etnológicas.

GUÍA PRELIMINAR DE OBSERVACIÓN EN ESTUDIOS DE CONSERVACIÓN CON ÉNFASIS ANTROPOLÓGICO

Caracterización del grupo étnico:

- Auto-identificación y elementos de contraste, formas de vida material, social y espiritual-mental. En el caso de áreas de reciente conformación, deberá atenderse al establecimiento de un perfil migratorio.

Patrones de asentamiento:

- Patrones etnogeológicos. Vivienda: utilización de materiales naturales.

Vías de comunicación:

- Accesos y tránsito por las áreas a declarar protegidas y adyacentes.

Formas de tenencia de la tierra:

- Extensiones, situación jurídica y formas de explotación.

Cultivos:

- Tipos foliares y abonos. Capacidad y rendimiento.

Producción:

- Rentabilidad, comercialización, formas de organización para la explotación de la tierra.

Formas de subsistencia:

- Asalariado agrícola, comercio, industria, burócrata.

Énfasis en la utilización de recursos naturales:

- Cacería, pesca, utensilios y aprovechamiento; dieta; combustible.
- Máquinas transformadoras sobre el ambiente.
- Etnomedicina (plantas medicinales).
- Etnozología: conocimientos e interpretación sobre etiología.
- Prácticas, creencias y actitudes sobre el ambiente (naturaleza) y su articulación con la cosmovisión.
- Niveles de conocimiento y formas de explicar el ambiente.
- Identificación de especies (flora y fauna). Cono-

- cimiento geológico y otros afines desde la perspectiva de los pobladores.
- Potencial de la población como guarda-recursos.
 - Formas de organización social. Manifestaciones de carácter social y de relación con el ambiente. Verificación de correspondencia sobre ciclos de vida con la naturaleza.
 - Relatos y explicaciones referentes a la naturaleza.
 - Municipalidades, Centros de Salud y otras dependencias estatales. Ubicación de servicios básicos. Estado de la educación y perspectiva de proyectos generadores en el campo de la educación ambiental.
 - Determinación de funciones, jurisdicciones e intereses institucionales.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIVILLAGA CORTES, ALFONSO. *et. al.* «Fase II: Estudio técnico para la declaratoria de seis áreas de protección especial en Izabal, Bocas del Polochic, Río Sarstún, Sierra de Santa Cruz y en la Sierra del Merendón, las Sierras Cumbre Alta, Espíritu Santo y Caral» CONAP-FUNDARY-CI. Guatemala, 1991.
- *et. al.* «Estudio Técnico para la declaratoria del área de protección especial de la Laguna 'Lachua', Alta Verapaz». DIGEBOS-UICN. Guatemala, 1992.
- *et. al.* «Estudio técnico para la declaratoria del Área de Protección Especial de la Cordillera Alux: Mixco, San Lucas Sac., Santiago Sac. y San Pedro Sac.» Municipalidad de Mixco-CATEC. Guatemala, 1993.

- CABARRÚS, C. R. La cosmovisión q'eqchi' en proceso de cambio. Universidad Centroamericana. 1979.
- DARY RIVERA, MARIO. «Thomas Gage: su época y las referencias ictiológicas de su obra». Ponencia presentada al 1er. Congreso Centroamericano de Historia y Geografía. 17-21 de enero de 1972. Guatemala, 68 p.
- GAGE, THOMAS. Nueva relación que contiene los viajes de Thomas Gage en la Nueva España. Biblioteca Goathemala. Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala. 1946.
- FUENTES Y GUZMÁN, ANTONIO. Recordación Florida. Biblioteca Goathemala. Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala. MCMXXXII.
- MCCLUNNG, DE TAPIA. Ecología y cultura en Mesoamérica. Universidad Nacional Autónoma de México. 1984.
- MORELET, ARTURO. Viaje a América Central. Academia de Geografía e Historia. Guatemala, 1990.
- Popol Vuh. Notas de Adrián Recinos. Fondo de Cultura Económica. 2da. Edición. México 1953.
- SAPPER, KARL. Nordiche Mittle-Amerika, Nebst Elnem Ausflug Nach Dem Hochland Von Anahuac. Druck und Verlas Von Friedrich Vieweg und Sohn. Braunschweig, 1897.
- STEWART, JULIAN H. Theory of Culture Change. Urbana. University of Oklahoma. 1955.
- STEPHENS, J. L. Incidentes de viaje en Centro América, Chiapas y Yucatán. Editorial Universitaria Centroamericana. EDUCA. 2da. edición 1971.
- TARACENA ARRIOLA, ARTURO. La expedición científica al Reino de Guatemala. Editorial Universitaria de Guatemala, Guatemala 1983.

- TEMER, FRANZ DIE. Sierra de las Minas in Guatemala.
Sonderabdruck aus Petermanns Geographischen
Mitteilungen 1939, Heft 11/12.
- XIMENES, FRANCISCO. Historia Natural del Reino de
Guatemala. Primera Edición. Editorial José de Pineda
Ibarra, 1967.

BIOTECNOLOGÍA

PROPAGACIÓN DE DOS ESPECIES DE ZARZAPARRILLA POR TÉCNICAS DE CULTIVO DE TEJIDOS

Domingo Amador-Pérez



INTRODUCCIÓN

La zarzaparrilla es una planta arbustiva y trepadora, perteneciente a la clase monocotiledónea. Forma parte de la familia Smilacaceae y del género *Smilax* [Calderón y Rzedowski, 1994]. Se tiene evidencias de que la planta era utilizada con fines medicinales por los indígenas de la región mesoamericana desde la época prehispánica [Monardes, Edición facsímil, 1990]. Por sus propiedades antirreumática, antiséptica y antiprurítica fue incluida en la farmacopea británica en 1864 [Trease y Evans, 1988], y en la farmacopea de Estados Unidos en 1942 [Rafatullah *et al.*, 1991].

Las partes más utilizadas de la planta lo constituyen los rizomas y las raíces. Los principales usos que se le ha dado a la planta son: como tonificante sanguíneo, para combatir la lepra, contra enfermedades venéreas, para contrarrestar problemas de



obesidad, artritis y el reumatismo, y contra problemas del hígado, herpes y deficiencia renal. En la actualidad la aplicación más importante es en la industria farmacéutica, para facilitar la absorción de otros fármacos [Duke, 1985; Rafatullah *et al.*, 1991]

Se utiliza además como saborizante en confitería y en la elaboración de almíbares, como agente espumante en bebidas y como texturizante en postres derivados de la leche [Price *et al.* 1987]. En México se le utiliza todavía en la preparación de la denominada 'cerveza de raíz', una bebida refrescante sin contenido de alcohol.

Las propiedades bioactivas de la zarzaparrilla se atribuyen a su contenido de saponinas, las cuales son glicósidos conformados por un núcleo esteroidal al cual se

Planta de zarzaparrilla de la ilustración original de Font-Quer [1982].

unen diversos azúcares [Trease y Evans, 1988; Tschesche, 1969].

Siendo la zarzaparrilla un recurso de exportación de México y Centroamérica y actualmente de uso en la farmacología moderna, nuestro interés ha sido estudiar su comportamiento en sistemas de cultivo *in vitro*, ya que tradicionalmente para su aprovechamiento se recurre a la colección de especímenes silvestres. Se necesita de generar información tecnológica del cultivo tanto para el estudio de sus compuestos activos como para su aprovechamiento en la industria farmacológica.

En este trabajo se presentan las diferentes respuestas de dos especies de zarzaparrilla a los sistemas de cultivo *in vitro*. Es de destacar los resultados sorprendentes de formación de embriones somáticos previo a la regeneración de plantas, fenómeno que no es observado frecuentemente en especies monocotiledóneas.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal y condiciones de cultivo

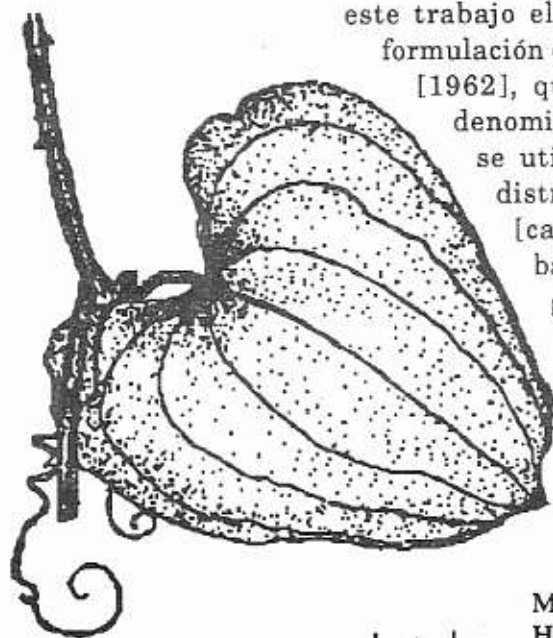
Se colectaron plantas de *Smilax moranensis* en bosques de México, del tipo de mesófilo de montaña propias de Pátzcuaro, Michoacán. Por otra parte, también se colectaron especímenes de *Smilax aristolochiaefolia* en bosques tropicales húmedos propios del Estado de Veracruz, también en la República mexicana. Los ejemplares colectados se tuvieron bajo condiciones de invernadero y su identificación fue confirmada por el Dr. Jerzy Rzedowski, experto en

la taxonomía de la flora mexicana y estudioso del género *Smilax*. Por otra parte, ejemplares de las especies fueron depositados en el herbario del Instituto de Ecología A.C. con sede en Pátzcuaro, Michoacán.

Establecimiento de cultivos *in vitro*

Los primeros cultivos *in vitro* de la especie *S. moranensis* fueron establecidos a partir de cultivo de brotes apicales de las plantas mantenidas en el invernadero. En cambio para establecer los primeros cultivos de la especie *S. aristolochiaefolia* fue necesario extraer los embriones cigóticos maduros, quebrando las semillas con ayuda de un martillo dada la dureza de las mismas.

En todos los experimentos considerados en este trabajo el medio basal utilizado fue la formulación descrita por Murashige y Skoog [1962], que en el presente trabajo se denominará MS. En el presente estudio se utilizó la formulación comercial distribuida por Sigma Chemical Co. [catálogo No. M5519]. El medio basal fue complementado con 30 g.l⁻¹ de sacarosa y 3 g.l⁻¹ de Phytigel de Sigma Chemical Co. [catálogo No. P8169] como agente gelificante. El pH del medio de cultivo fue ajustado



Morfología de la zarzaparrilla. Hoja con zarcillos. Tomado de Calderón y Rzedowski [1994].

a 5.75 antes de agregar el agar y el medio fue esterilizado en autoclave durante 20 min a 1 kg.cm^{-2} .

Una vez obtenidos los cultivos *in vitro* de inicio con suficiente cantidad de material biológico, se procedió a cultivar tejido de hoja con pecíolo aplicando al medio MS diferentes niveles de ácido naftalenacético (ANA), consistentes de 0.1, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 7.0 y 10.0 mg.l^{-1} y bencilaminopurina (BAP) de 0.5, 1.0 y 3.0 mg.l^{-1} . Los explantes se cultivaron en recipientes de vidrio de 100 ml de capacidad, conteniendo 20 ml del medio de cultivo. Así mismo se utilizaron 12 réplicas por explante. Los cultivos se mantuvieron 14 semanas en la oscuridad y posteriormente se colocaron en el cuarto de crecimiento.

Con este sistema se obtuvieron plantas con follaje y raíz en 24 semanas de cultivo. Después de ese tiempo las plantas fueron transferidas a suelo contenido en maceta. Luego de la transferencia, las plantas fueron aclimatadas paulatinamente en las condiciones semi-estériles existentes en el cuarto de cultivo y en el laboratorio.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inducción de callo

A las 6 semanas de haber cultivado el tejido de hoja empezó a ser aparente la inducción de callo alrededor del corte del pecíolo. También se observó la formación de callo en forma esporádica sobre la lámina foliar. Todos los tratamientos generaron callo, pero los tratamientos con 0.5-5.0 mg.l^{-1} de ANA y 1.0-3.0 mg.l^{-1} de BAP mostraron mayor abundancia del

tejido no diferenciado, de estos rangos se destacaron los tratamientos con 3.0/0.5, 3.0/1.0, 3.0/3.0 y 5.0/1.0 de ANA/BAP en mg.l^{-1} , respectivamente (cuadro 1). La consistencia del callo fue compacta, presentando además coloración de blanco a café claro.

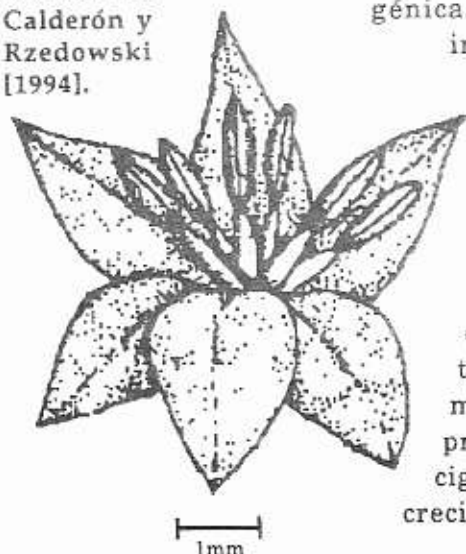
Presencia de masas de células embriogénicas

A las 8-12 semanas contando desde el inicio del cultivo y sin hacer ningún subcultivo, fue aparente la formación de masas de células embriogénicas a partir del tejido calloso. Los datos presentados en el cuadro 1 fueron registrados a las 15 semanas cuando dichas estructuras eran abundantes y presentaban ya diferentes estados de desarrollo, incluso algunos embriones estaban regenerando plántulas. El grado de abundancia de masas embriogénicas observadas tuvo relación directa con el grado de formación de callo en los explantes. Los mejores tratamientos

con presencia abundante de masas embriogénicas se derivaron de tejido de callo

inducido con las combinaciones hormonales de 3.0/0.5, 3.0/1.0, 3.0/3.0 y 5.0/1.0 de ANA/BAP en mg.l^{-1} , respectivamente. Como ya se mencionó, el tejido que presentó este tipo de respuesta fue el de hoja con fragmento de pecíolo. El tejido de pecíolo ha sido de gran beneficio en la obtención de embriones somáticos más que todo en umbelíferas. Ammirato [1983] menciona que los tejidos de origen reproductivo, meristemático o de embrión cigótico son los más propensos a inducir crecimiento embriogénico. Esta hipótesis

Morfología de la zarzaparrilla. Flor masculina. Tomado de Calderón y Rzedowski [1994].



Cuadro 1
EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE REGULADORES
DEL CRECIMIENTO EN LA INDUCCIÓN DE CALLO,
TEJIDO EMBIOGÉNICO Y EMBRIONES SOMÁTICOS EN EXPLANTES
DE HOJA DE ZARZAPARRILLA A LAS 15 SEMANAS DE CULTIVO

Auxina ANA (mg.r ¹)	Citocinina BAP (mg.r ¹)	Explantes con con callo	Presencia de tejido embrionígeno**	Total de embriones visibles
0.0	0.0	0	0	0
0.1	0.5	10	+	>50
	1.0	11	+	>25
	3.0	3*	+	>50
0.5	0.5	12	+	>50
	1.0	12	++	>100
	3.0	12	++	>50
1.0	0.5	12	++	>100
	1.0	5*	+	
	3.0	10	++	>100
3.0	0.5	12	+++	>150
	1.0	8*	+++	>100
	3.0	12	+++	>150
5.0	0.5	11	++	>100
	1.0	12	+++	>150
	3.0	11	++	>100
7.0	0.5	9*	+	>50
	1.0	12	+	>50
	3.0	11	+	>50
10.0	0.5	6	+	>50
	1.0	9	+	>50
	3.0	3	+	>25

(*) Tratamientos con problemas de contaminación por bacterias.

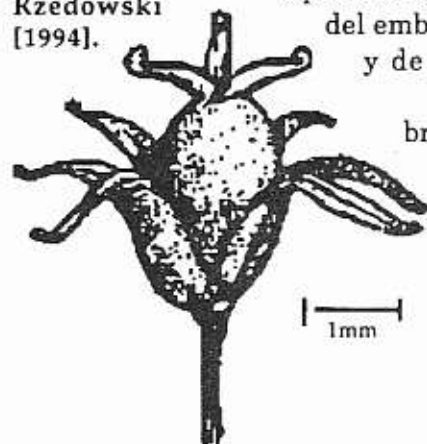
(**) Presencia de tejido embrionígeno: 0 = ausencia; + = presencia en grado bajo; ++ = presencia en grado medio; +++ = presencia en grado alto.

ha sido comprobada con los resultados obtenidos en coníferas [Attree y Fowke, 1993].

Por otra parte, la auxina ANA conjuntamente con la citocinina BAP en el medio de cultivo, indujeron callo y masas de células embriogénicas. Como regla general, Sondahl *et al.*, [1985], sostiene que para inducción de embriogénesis, las monocotiledóneas responden mejor a aplicaciones de 2,4-D solo, en el medio de inducción. Pero se ha demostrado, como en el caso de la zarzaparrilla, que las respuestas pueden variar hasta entre cultivares de una misma especie. Esto se debe a que el tipo de explante, el estado de desarrollo de la planta y el modo de herencia de la competencia embriogénica de las plantas, son algunos factores que controlan la embriogénesis somática *in vitro* [Debeaujon y Branchard, 1993].

Presencia de embriones somáticos

Morfología de la zarzaparrilla. Flor femenina. Tomado de Calderón y Rzedowski [1994].



Dos semanas después de la formación de masas embriogénicas, a partir de callo, se pudo observar la secuencia de eventos que daría como resultado la aparición de las formas peculiares de la estructura del embrión somático: estado globular, de corazón y de torpedo.

Sorprendentemente la presencia de embriones somáticos en sus diferentes estadios así como la regeneración de plantas se obtuvo en el medio inicial de cultivo, es decir en el medio de inducción de callo. En otras monocotiledóneas, como el caso contrastante de *Cocos nucifera*, la obtención de embriones somáticos y regeneración de plantas, requiere de medios y subcultivos especiales [Ver-

deil *et al.*, 1994]. En otra monocotiledónea, el espárrago, de relación filogenética con la zarzaparrilla y también fuente de saponinas, para que se lleven a cabo dichos procesos, se requiere de un mínimo de dos medios, uno de inducción y otro de desarrollo [Debreil y Julien, 1994].

Como se puede observar, en el cuadro 1, la presencia de embriones somáticos fue proporcional al grado de abundancia de tejido embriogénico. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con combinaciones de 3.0/0.5, 3.0/3.0 y 5.0/1.0 de ANA/BAP en mg.l^{-1} , respectivamente. Es de señalar que los datos presentados en el cuadro 1 fueron registrados una semana después de haber trasladado los cultivos al cuarto de crecimiento con el fin de que los embriones morfológicamente maduros regeneraran en plántulas de desarrollo normal. En condiciones de oscuridad algunos embriones maduros estaban ya regenerando en plántulas, pero como era de esperarse, dichas plántulas presentaron características de una planta etiolada.

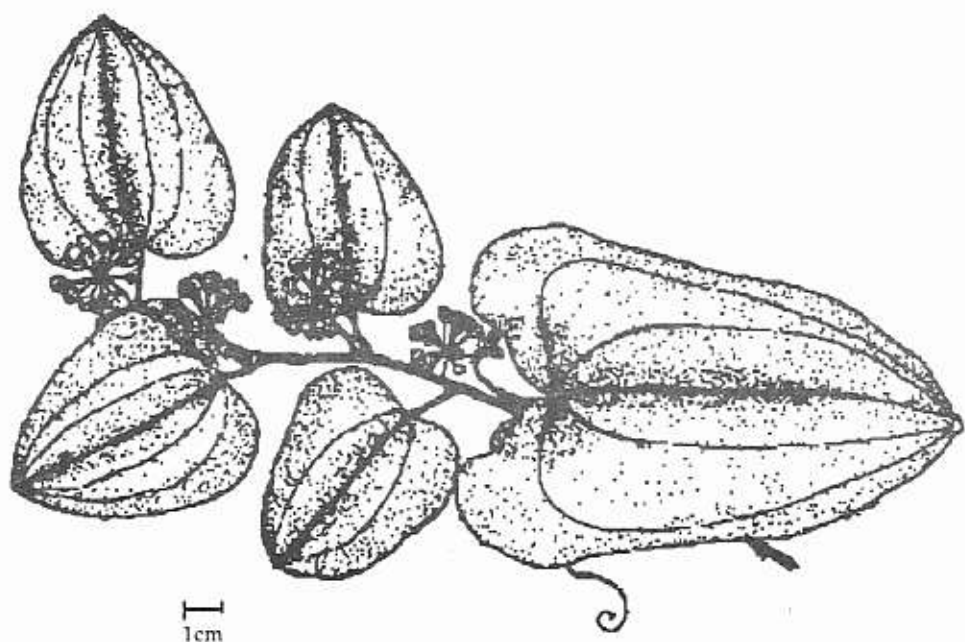
En el rango hormonal en el que se observó respuesta, todos los callos presentaron masas embriogénicas y éstas dieron origen a embriones en cerca del 100% de los casos. Es evidente la presencia de aproximadamente 20 embriones en estado globular en esta sección de tejido, la cual tiene un área aproximada de 4 mm^2 de masa embriogénica. En el estado globular los embriones presentaron coloración blanca y apariencia translúcida.

Estos interesantes resultados, constituyen un sistema eficiente de embriogénesis somática en la zarzaparrilla, aspecto que no es fácil establecer en la mayoría de plantas. Por ejemplo, Martins y Sondahl [1984], reportan la presencia de estructuras globula-

res, células embriogénicas y embriones somáticos escasamente obtenidos en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), una planta recalcitrante en sistemas de cultivo *in vitro*, los cuales ni siquiera desarrollaron al transferirlos a medio sólido.

Certificación histológica de las estructuras embriogénicas

Para certificar que en efecto estábamos obteniendo embriones somáticos se procedió a realizar un procedimiento de fijación, deshidratación, imbibición, corte y tinción de dichos tejidos.



Morfología de la zarzaparrilla. Rama con fruto.
Tomado de Calderón y Rzedowski [1994].

Regeneración de plántulas

Desde las 14 semanas desde el cultivo de los explantes de hoja con peciolo, todavía en condiciones de oscuridad empezaron a regenerar los primeros embriones en plántulas. Las primeras estructuras que se generaron medían a esa fecha hasta unos 5 mm y presentaban apariencia etiolada. Los embriones originados de los tratamientos con 0.1-3.0 mg.l⁻¹ de ANA más 0.5-3.0 mg.l⁻¹ de BAP dieron origen las primeras plántulas.

En la cuadro 2 se registran los datos de plántulas, regeneradas a las 24 semanas desde el inicio del cultivo, en los tratamientos con mejor respuesta en cuanto a inducción de callo y presencia de embriones somáticos, es decir, con 0.1-5.0 mg.l⁻¹ de ANA y con 0.5-3.0 mg.l⁻¹ de BAP. La intención de registrar estos resultados fue, evaluar después de este período, el potencial de regeneración en dichos tratamientos. Los datos se presentan en relación al número de plantas regeneradas por explante.

Los tratamientos más eficientes en la regeneración de plántulas fueron las combinaciones hormonales de 0.1/0.5, 0.1/1.0 y 0.5/3.0 de ANA/BAP en mg.l⁻¹, obteniéndose 11, 12 y 11 plantas, respectivamente. Los tratamientos con dosis bajas de ANA presentaron mejor respuesta que las dosis altas. Así, con dosis de 0.1 y 0.5 mg.l⁻¹ de ANA se obtuvieron 8.2 plantas en promedio, mientras que utilizando dosis de 1-5 mg.l⁻¹ se obtuvieron 5.1 plantas. Las plántulas fueron vigorosas pero en número reducido en relación al número visible de embriones en el tejido embriogénico, lo que explicaría que dicho vigor pudo agotar los nutrientes del medio e inhibir la regeneración del resto de embriones en plántulas.

Es de destacar que en ningún momento se hicieron subcultivos, distintas razones nos hicieron decidir no efectuarlos durante tanto tiempo. En primer lugar no se tenía ningún reporte que nos sirviera de guía para la manipulación de los cultivos de zarzaparrilla en las diferentes fases. En segundo lugar, al realizar los chequeos rutinarios se observó que la secuencia de eventos para obtener plantas completas se estaba desarrollando en el mismo medio de cultivo. Por lo

Cuadro 2
EFFECTO FINAL DE LOS REGULADORES DEL CRECIMIENTO
EN LA REGENERACIÓN DE PLANTAS DE ZARZAPARRILLA
DESPUÉS DE 24 SEMANAS DE CULTIVO

Auxina (ANA) (mg.l ⁻¹)	Citocinina (BAP) (mg.l ⁻¹)	Plantas regeneradas por explante	Hojas formadas por explante
0.0	0.0	0	0
0.1	0.5	11	18
	1.0	12	7
	3.0	4	6
0.5	0.5	3	4
	1.0	0	0
	3.0	11	4
1.0	0.5	5	13
	1.0	7	5
	3.0	7	3
3.0	0.5	3	4
	1.0	4	5
	3.0	0	0
5.0	0.5	5	4
	1.0	4	8
	3.0	6	5

que lo más prudente era no interferir en los cultivos hasta obtener todo el proceso, es decir hasta las plantas completas. Y tercero, siendo estos estudios *in vitro* iniciales en la zarzaparrilla, no era el objetivo principal determinar la eficiencia de regeneración de plantas a partir de embriones somáticos.

Habiendo dejado los cultivos en el mismo medio nutritivo, es decir sin realizar subcultivos y debido a la competencia por nutrientes como se mencionó antes, las tasa de plantas regeneradas (cuadro 2) en relación al número estimado de embriones visibles fue baja (cuadro 1).

Crecimiento y desarrollo de plántulas

Con la finalidad de inducir mayor crecimiento de raíces para que las plantas se resintieran lo menos posible en la etapa de traslado a macetas, las plántulas regeneradas en los experimentos anteriores fueron subcultivados en medio líquido MS en diluciones de 50, 25 y 12% de la concentración original.

III.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Con la aplicación de diferentes dosis de ANA y BAP al medio de cultivo, fue posible obtener diferentes respuestas de inducción de callo, embriones somáticos y regeneración de plantas en dos especies de zarzaparrilla. En el mismo medio de cultivo fue posible observar toda la secuencia de eventos. Estos resultados obtenidos en sistemas de cultivo *in vitro* de zarzaparrilla (*Smilax* spp.) son los primeros reportados a la fecha.

La inducción de callos, masas embriogénicas y alta eficiencia en la formación de estructuras embriogénicas en la zarzaparrilla, ofrece un modelo atractivo para estudios de transformación genética en monocotiledóneas. Las ventajas del proceso de obtención de embriogénesis somática puede constituir también un modelo que puede ser aprovechado para estudiar los eventos regulatorios y morfogenéticos en el proceso de embriogénesis de plantas. Por otra parte, optimizando el sistema de obtención de estructuras embriogénicas en la zarzaparrilla por períodos prolongados y almacenamiento a largo plazo, puede constituir un modelo probable para estudios de tecnología de semilla sintética. La zarzaparrilla representa un cultivo con una participación económica importante en la farmacología moderna, pero presenta la limitante de la propagación por métodos convencionales. En establecimiento de sistemas de cultivos silvícolas, la semilla sintética puede ser un sistema atractivo para los productores e industrializadores para su aprovechamiento de la zarzaparrilla en gran escala.

REFERENCIAS

- AMMIRATO PV. 1983. Embryogenesis. En: Handbook of plant culture; techniques for propagation and breeding pp 82-123. Ed: Evans DA, Sharp WR, Ammirato PV y Yamada Y. McMillan Publishers, Londres.
- ATTREE SM Y FOWKE LC. 1993. Embriogeny of gymnosperms: advances in synthetic seed technology of conifers. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 35:1-35.
- CALDERÓN G Y RZEDOWSKI JR. 1994. Familia Smilacaceae. En: Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo

26. ED: Rzewdowski J y Calderón G. Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío, México.
- DEBEAUJON I Y BRANCHARD M. 1993. Somatic Embryogenesis in Cucurbitaceae. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 34: 91-100.
- DEBREIL B Y JULIEN M. 1994. Evidence for *in vitro* induced mutation which improves somatic embryogenesis in *Asparagus officinalis* L. *Plant Cell Reports* 10:230-234.
- DUKE J. 1985. Handbook of medicinal herbs pp 446. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- MARTINS IS Y SONDAHL MR. 1984. Early stages of somatic embryo differentiation from callus cells of bean. *Phaseolus vulgaris* L.) grown in liquid medium. *Journal of Plant Physiology* 117:97-103.
- MONARDES N. 1990. Primera y segunda y tercera partes de la historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales pp 56-76. En: Herbolaria de Indias, historia natural del Nuevo Mundo. Ed: Denot E y Satanowsky N, presentación y comentarios de Lozoya X. Instituto Mexicano del Seguro Social, México.
- MURASHIGE T Y SKOOG F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15:473-497.
- PRICE KR, JOHNSON IT Y FENWICK GR. 1987. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedingstuffs. *CRC Critical reviews in food science and nutrition* 26:27-135.
- RAFATULLAH S, MOSSA JS, AGEEL AM, AL-YAHYA MA Y TARIQ M. 1991. Hepatoprotective and safety evaluation studies on sarsaparilla. *Journal of Pharmacognosy* 29:296-301.
- SONDAHL MR, NAKAMURA TY SHARP WR. 1985. Propagation

of coffee. En: Tissue Culture in Forestry and Agriculture pp 215-232. E: Henke RR, Hughes KW, Constantin MJ y Hollaender A. Plenum Press, Nueva York.

TREASE GE Y EVANS WCH. 1988. Tratado de Farmacognosia pp 492-531; 688-691. Nueva Editorial Interamericana, México

TSCHESCHER, LÜDKE G Y WULFF G. 1969. Sarsaparillosid, ein bisdesmosidisches 22-hidroxy-furostanol-saponin. *Chemische Berichte* 102:1253-1269.

VERDEIL JL, HUET C, GROSDEMANGE F Y BUFFARD-MOREL J. 1994. Plant regeneration from cultured immature inflorescences of coconut (*Cocos nucifera* L.): evidence for somatic embryogenesis. *Plant Cell Reports* 13:218-221.

ZIMMERMAN JL. 1993. Somatic embryogenesis: a model for early development in higher plants. *The Plant Cell*, 5:1411-1423.

AVANCE DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE 18 CULTIVARES DE JÍCAMA (*PACHYRRHIZUS SP.*) EN EL VALLE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA. GUATEMALA

Aníbal B. Martínez



INTRODUCCIÓN

Según los estudios de Rafhael Girard, citado por Bermúdez,¹ la raíz tuberosa de la jícama (*Pachyrrhizus sp.*) era parte de la alimentación básica y cultura agrícola de los grupos maya-quiché, antes del advenimiento de la cultura del maíz, eso hace más de ocho mil años.

El sabor dulce de la raíz en estado crudo la hace aceptable para el consumo humano, además tiene la ventaja de estar cubierta por una epidermis gruesa y dura que permite conservar la porción comestible en ambiente fresco, por más de seis meses.

Su abundante follaje y capacidad de nodulación nitrificada al inicio de la floración, permite utilizar

1. Ramírez Bermúdez, José. 1982. El origen de la agricultura en Guatemala. Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Unidad de Comunicación Social. 39 p.

la planta como cobertura y abono verde, que unido a la formación de la raíz tuberosa en la época de floración, incrementa su beneficio en el mejoramiento de textura de suelos arcillosos.

A las anteriores ventajas, se agrega el alto contenido de rotenona en las semillas, sustancia utilizada como principio activo en cebos tóxicos contra roedores.

Con el objeto de continuar acumulando conocimiento sobre plantas precolombinas promisorias pero que no tienen importancia actual en Guatemala, se están evaluando en diversas regiones del país varios cultivares provenientes de colectas realizadas en Guatemala, México, Tailandia, Filipinas, República Dominicana, Nigeria. Los cultivares foráneos provienen de altitudes de 14 a 1750 msnm y fueron proporcionados por el Dr. Marten Soerensen.

Metodología

Para el caso particular de la observación hecha en el valle de la ciudad de Guatemala, se escogieron 16 cultivares foráneos y 2 cultivares colectados en Petén, Guatemala.

La unidad experimental se estableció en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, el 16/04/1996. Cada uno de los 18 cultivares se sembró en dos surcos de 10 m de largo, separados a un metro. Las semillas se colocaron a 0.8 m de distancia. Los surcos extremos se sembraron con una mezcla de todos los cultivares y sirvieron como surcos de borde. Los datos fueron tomados sobre un total de 24 plantas por cultivar.

Resultados

El cuadro resumen que acompaña el presente informe, muestra los resultados siguientes:

Días a germinación: se diferenciaron claramente dos grupos de cultivares; nueve germinaron a los 10 días y siete germinaron a los 17 días, solamente dos de los cultivares germinaron a los 13 días.

Hábito de crecimiento: doce cultivares tienen hábito rastrero y el resto tienden a ser erectos, entre los cultivares erectos se encuentran todos los *P. tuberosus*.

Días a floración: cuatro cultivares no sobrevivieron antes de la floración. Los 14 cultivares que florecieron tardaron entre 85 y 161 días, habiendo una correlación positiva entre los días a emergencia y floración. Los cultivares que emergieron a 10 días florecieron a los 100 días, los que emergieron a los 17 días florecieron 40 días después. Con base a esta observación nueve cultivares son precoces y cinco son tardíos en cuanto a la floración.

Color de flor: los 14 cultivares que florecieron solo presentaron dos variantes en el color de la flor; 10 presentaron flor lila y 4 flor blanca, incluyendo todos de la sp. *tuberosus*.

Días a inicio de formación de vaina: trece cultivares iniciaron la formación de vaina en un rango de 114 a 204 días, existiendo la misma relación positiva: emergencia-floración-vaina. El período entre inicio de floración e inicio de vaina duró de 12 a 76 días. Cinco cultivares no desarrollaron vaina ni produjeron semilla.

Días a maduración de semilla: siete cultivares produjeron semilla, aunque finalmente solo cinco produjeron vaina sana y grande, con semilla viable.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 18 CULTIVARES DE JÍCAMA

Cultivar	A	B	C	D	E	F	G	H
EC-236	13	r	99	I	114	211	9	Fv
EC-117	10	r	110	I	175	211	10	—
EC-250	17	r	161	I	175		—	—
EC-231	10	r	85	I	110	197	9	Fv
EC-201	10	r	151	I	116	204	8	Fv
EC-362	17	t	141	b	177	—		—
EC-354	17	t	144	b	177	—	—	—
S. Fco. P	17	r	—	—	—	—	—	
TC-361	17	t	—	—	—	—	—	—
EC-565	10	r	99	I	—	—	—	Fv
EC-523	10	r	85	I	122	—	8	Fv
TC-307	10	r	161	b	204	—	—	—
TC-353	13	t	—	—	—	—	—	—
TC-355	17	t	—	—	—	—	—	—
EC-535	10	r	85	I	112	197	7	—
EC-504	10	r	99	b	161	204	8	Fv
EW-227	17	t	141	I	177		7	—
EC-559	10	t	85	I	161	197	8	Fv

A: Días a emergencia

H: Etapa de formación de raíz

r: rastrero

n: ausencia

B: Hábitos de crecimiento

I: Grosor de raíz. cm.

t: trepador

p: poco

C: Días a flor

J: Presencia de nódulos

l: lila

ab: abundante

D: Color de flor

K: Peso de raíz. gr.

b: blanco

nd: no desarrolló

I cm	J	K gr	L gr	M	N m	Procedencia
14	n	909	553	124	2.4	Morelos, México
8	n	320	175	124	1.9	Tailandia
—	n	—	—	—	—	Petén, Guatemala
1	p	3.3	—	132	0.6	Tailandia
3	p	18	208	124	1.4	Guanajuato, México
—	n	—	—	—	—	Filipinas
—	n	—	—	—	—	Filipinas
—	—	—	—	—	nd	Petén, Guatemala
—	—	—	—	—	nd	Filipinas
9	p	400	—	124	0.74	Filipinas
7	ab	143	102	124	1	Nigeria
—	n	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	nd	Filipinas
—	—	—	—	—	nd	Filipinas
—	n	—	—	—	nd	Nayarit, México
4	ab	27	376	124	0.6	Yucatán, México
—	—	—	—	—	nd	Rep. Dominicana
8	ab	355	50	124	1.2	Nayarit, México

E: Días a vaina

L: Rend. semilla. gr.

Fv: flor-vaina

F: Días a cosecha semilla

M: Días formación raíz

G: No. semillas/vaina

N: Longitud de guía. m.

El tiempo para llegar a semilla fisiológicamente madura osciló de 197 a 211 días; es importante hacer ver que este período fisiológico no guardó relación con los períodos anteriores (emergencia-floración-vaina). En este caso la diferencia entre los tempranos y tardíos fue de 14 días, inclusive se observa que el cultivar EC-236 que fue rápido en la floración y vaina, es tardío en la maduración de la semilla. El rendimiento por planta fue de 5.53 a 37.6 gr/planta, el mejor cultivar en este caso fue EC-236 proveniente de Morelos, México. Todos los cultivares presentaron dehiscencia de vaina al secar la semilla.

Días a hinchamiento de raíz: el engrosamiento de raíz fue durante el período de formación de flor y vaina; de ocho cultivares que engrosaron raíz, siete lo hicieron a 124 días y uno a 132.

Presencia de nódulos: seis cultivares formaron nódulos nitrificadores en la raíz, tres de ellos presentaron abundante nódulo. La presencia de nódulos sólo se da en el período previo al inicio de la floración. Cuando la raíz empieza a engrosar los nódulos desaparecen.

Diámetro y peso de la raíz: existe una relación logarítmica positiva entre el diámetro y peso de la raíz. el cultivar que produjo raíz de mayor diámetro y peso fue el EC-236. El diámetro y peso medio fue de 14 cm y 909 gr.

Longitud de guía: el cultivar EC-236 desarrolló la guía vegetativa más larga, 2.4 m. La mayoría de cultivares no desarrolló guía, muchas tuvieron un desarrollo raquíptico; en contraste el EC-236 se mantuvo vigoroso todo el tiempo, bajo las mismas condiciones ambientales y de manejo.

Susceptibilidad: las semillas de todos los cultivares en almacenamiento fueron muy susceptibles al gorgojo.

Los autores

J. Rogelio Aguirre R.

Investigador del Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados.
Chapingo, México.

Gustavo Adolfo Alvarez

Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular I Subárea Protección de
Plantas, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos.

Domingo Amador-Pérez

Profesor-Investigador de la Facultad de Agronomía, Universidad
de San Carlos de Guatemala.

Claudio Cabrera Gaillard

Ingeniero Agrónomo. Instituto Nacional de Bosques, Guatemala.

O. Alfonso Delgado S.

Investigador del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de
México. México, D.F.

Juventino Gálvez Ruano

Ingeniero Agrónomo. Plan de Acción Forestal para Guatemala.

Aníbal Bartolomé Martínez

Profesor-investigador de la Facultad de Agronomía, Universidad
de San Carlos de Guatemala.

José Vicente Martínez A.

Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Agronomía, Universidad de
San Carlos, Guatemala.

J. Antonio Reyes A.

Investigador del Programa de Botánica, Colegio de Postgraduados.
Chapingo, México.

Guía abreviada para la preparación de artículos

Esta revista admite artículos científicos en las áreas de sistemas de producción agrícola y recursos naturales renovables.

1. Los artículos enviados para publicación serán inéditos. Mientras estén bajo la consideración de la revista Tikalia no podrán ser enviados a otras revistas.
2. Los originales se enviarán a: Comité Editorial, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, Apartado Postal 1545, 01901 Guatemala, Tel/Fax (502) 476-9770. Correo electrónico comited.agro@usac.edu.gt.
3. En general, el texto no debe exceder de 15 hojas tamaño carta escritas a máquina. Cada hoja tendrá como máximo 25 líneas uniformemente espaciadas, con márgenes de 3 cm como mínimo. El original se acompañará de dos copias y si ha sido elaborado en un procesador de textos, del disquete correspondiente.
4. El Comité Editorial resolverá lo concerniente a la publicación de los artículos presentados. El Comité contará con el apoyo de especialistas en los diversos campos de las ciencias agrícolas, de acuerdo a su calidad científica y su idoneidad para la revista. En los manuscritos aceptados se realizarán las modificaciones editoriales que se estimen necesarias y se enviará al autor para la preparación de la versión final.
5. Una vez preparado para imprenta, los autores recibirán el texto final para su aprobación. El autor dispondrá de cinco días para la corrección de las pruebas de imprenta de su trabajo, pasado este plazo se procederá a la publicación del artículo con las correcciones que haga el comité editorial. Las correcciones se limitarán exclusivamente a las erratas que hayan podido cometerse en la composición, no permitiéndose modificaciones del texto original.

6. El título del trabajo tendrá como máximo quince palabras. Los nombres del autor y/o autores se pondrán a continuación del título del trabajo, con su afiliación (institución a la que pertenecen) en un pie de página que incluirá también una dirección postal.
7. Los artículos que aportan datos originales sobre investigaciones deben seguir el formato IMRYD que consiste básicamente en la división del texto en cuatro apartados: introducción, materiales y métodos, resultados y discusión. Todo artículo debe incluir un resumen de hasta 200 palabras que describa claramente los objetivos y diseño del estudio, contexto en el que se realizó, participantes, intervenciones, variables, principales medidas, resultados, conclusiones y recomendaciones si las hubiera. En los artículos de revisión bibliográfica debe explicarse el objetivo de la revisión, fuentes usadas, método de selección, compendio y síntesis de los datos, y conclusiones.
8. La lista de referencias debe ir en páginas aparte, al final del artículo. El formato de las referencias de artículos o libros seguirá en general las normas del IICA. En el texto las referencias se citarán con el apellido del autor y año de publicación.
9. Las figuras y los cuadros con sus leyendas y títulos respectivos se incluirán en páginas aparte, numeradas consecutivamente y agrupadas después de las referencias. Cada figura o cuadro debe mencionarse al menos una vez en el cuerpo del artículo.
10. El autor recibirá cinco ejemplares de la revista en la que se publique su artículo.

¿POR QUÉ EL NOMBRE Tikal?

El nombre de esta revista dedicada a la ciencia y la tecnología agrícolas se debe a que Tikal fue un centro clásico de la antigua cultura maya, establecida otrora sobre una base constituida por la producción agrícola.

Las evidencias obtenidas por diversos mayistas muestran que en los asentamientos iniciales de aquel pueblo, las tierras bajas de lo que ahora es Petén, se desarrollaron sistemas de producción agrícola basados en el maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), piloy (*Phaseolus coccineus*), y otras especies cultivadas y forestales.

Se ha estimado que en el periodo clásico Tikal llegó a tener una población de 50 mil a 70 mil habitantes, dentro de un radio de seis kilómetros al derredor de la ciudad, o sea una área aproximada de 120 kms². Una densidad poblacional de tal magnitud requería sustentarse en sistemas de producción agrícola sumamente intensivos, los cuales incluyeron una infraestructura especializada, constituida por terrazas, riego y drenajes. Como consecuencia de lo anterior, se dice que la agricultura y el manejo de los Recursos Naturales Renovables de aquella zona alcanzaron un alto grado de desarrollo.

Por haber sido Tikal un sitio histórico-geográfico privilegiado durante el florecimiento maya, y por estar actualmente la Facultad de Agronomía orientada al estudio y manejo de los Sistemas de Producción Agrícola y de los Recursos Naturales Renovables —actividades primigeniamente conocidas por los mayas— es que esta revista, dedicada a difundir la ciencia y la tecnología, ha sido denominada con el nombre de *TIKALIA*.



**APORTES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

CONTENIDO

FITOGENÉTICA

**Fitogeografía de los taxa silvestres de
Phaseolus en México y Guatemala**

PATOLOGÍA VEGETAL

**La muerte descendente
y el cáncer del tallo en el zapote**

MANEJO FORESTAL

**Especificaciones técnicas
para el manejo forestal en
bosques latifoliados tropicales**

ECOLOGÍA HUMANA

**Notas sobre
antropología y conservación:
naturaleza y cultura**

BIOTECNOLOGÍA

**Propagación de dos especies
de zarzaparrilla por técnicas
de cultivo de tejidos**

**Facultad de Agronomía
Universidad de
San Carlos de Guatemala**

