



INGENIERO AGRONOMO
FERNANDO RODRIGUEZ BRACAMONTE
PROFESOR TITULAR VIII
FACULTAD DE AGRONOMIA

Volumen XIX, No.
enero - junio 2001



PAISAJE - GUATEMALA



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

Vol. XIX, No. 1



Guatemala
2001

Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala

Junta Directiva

Decano:	Ing. Agr. Edgar Franco Rivera
Secretario:	Ing. Agr. Edil Rodríguez
Vocal I:	Ing. Agr. Walter García Tello
Vocal II:	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
Vocal III:	Ing. Agr. Alejandro Hernández
Vocal IV:	Br. Jacobo Bolvito
Vocal V:	Br. José Baldomero Sandoval Arriaza

Comité Editorial

Dr. Hugo Cardona Castillo
Dr. Ariel Ortiz
Ing. Agr. Mario Palberto Méndez
Periodista Dennis Escobar Galicia

Portada: Estuardo Diéguez

Edición y Artes Finales: F&G Editores
Telefax: (502) 433 2361
fgeditor@guate.net
www.fygeditores.com

Impresión: Litografía Nawal Wuj
Telefax: (502) 232 8568
cholsamaj@micro.com.gt

Revista *Tikalía*
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala
Teléfono: (502) 476 9770
Fax: (502) 476 9770
Correo electrónico: comited.agro@usac.edu.gt

PRESENTACIÓN

Tikalía —en este número— da espacio a cuatro importantes aportes científico-tecnológicos en Sistemas de Producción Agrícola y Recursos Naturales Renovables. Su utilidad se funda en que son estudios de temas de actualidad y elaborados por expertos, quienes con su experiencia y acuciosa investigación contribuyen a que las ciencias agronómicas presten mayor interés a la diversidad de especies vegetales existentes en Guatemala.

El artículo "Contribuciones al estudio del pericón *Tagetes lucida* Cav. en Guatemala" de José Vicente Martínez, indica, entre otras cosas, que esta planta es una especie medicinal originaria de Mesoamérica que se utiliza para enfermedades gastrointestinales, causantes de mortalidad y morbilidad en este país. Agrega que su aceite se ha utilizado farmacológicamente desde hace más de quince años.

"Los chiles de Petén", investigación de los agrónomos Helmer Ayala y Mario Rivera Ordóñez, contiene los resultados del proyecto de rescate de los chiles nativos del noroeste del departamento de Guatemala: Petén. Se realizó una caracterización en el propio lugar para tener referencia de las características de cada uno de los materiales antes de ser almacenados en el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía.

El artículo "Elementos para el manejo sostenible de zarzaparrilla (*Smilax* pp.) en condiciones de bosque" de José Vicente Martínez y Armando Cáceres, indica que esta planta no se ha trabajado profundamente para conocer su clasificación taxonómica. Agrega que la zarzaparrilla ha sido extraída del bosque

desde hace siglos y como su parte útil es la raíz y el rizoma, se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad intraespecífica e interespecífica.

“Estudio de factores que determinan la población y distribución del mangle, comprendido entre Puerto Viejo (Iztapa) y Zunzo (Taxisco)”, provee de información básica para llevar a cabo estrategias de preservación del manglar en dos áreas de Guatemala.

Los editores

CONTENIDO

- 7** Contribuciones al estudio del pericón *Tagetes lucida* Cav.
en Guatemala
José Vicente Martínez Arévalo
- 29** Los chiles de Petén
Helmer D. Ayala Vargas
Mario H. Rivera Ordóñez
- 45** Elementos para el manejo sostenible de zarzaparrilla
(*Smilax* spp.) en condiciones de bosque
José Vicente Martínez Arévalo
Armando Cáceres Estrada
- 65** Estudio de factores que determinan la población y
distribución del mangle comprendido entre
Puerto Viejo (Iztapa) y Zunzo (Taxisco)
Waldemar Nufio, César Azurdía

CONTRIBUCIONES AL ESTUDIO DEL PERICÓN *TARGETES LUCIDA* CAV. EN GUATEMALA

José Vicente Martínez Arévalo
Facultad de Agronomía, USAC.



Resumen

El pericón (*Tagetes lucida* Cav.), es una especie medicinal originaria de Mesoamérica, su distribución va desde el norte de México hasta el norte de Honduras. Representa un recurso fitogenético de uso tradicional en la medicina popular desde tiempos prehispánicos. Por su uso para enfermedades gastrointestinales, que son una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en Guatemala, así como por su aceite esencial, se ha venido estudiando farmacológicamente desde hace más de 15 años. En los últimos diez años se han iniciado trabajos agrícolas con el fin de estudiar su variabilidad genética en cuanto a morfología y principios activos, y por otra parte probar y proponer prácticas adecuadas para su cultivo. A la fecha se tiene información valiosa que debe ser transmitida para introducir esta planta en el proceso de producción de materia prima. En este documento se presenta un resumen de estos trabajos, con el objetivo de dar a conocer el avance que actualmente se tiene de esta especie como recurso fitogenético y como cultivo.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala, hay una riqueza de flora útil que tiene una amplia variedad de usos, derivada de la diversidad cultural del país que tiene más de 23 grupos étnicos. Dentro de esta variedad se encuentran las plantas medicinales, que incluyen especies introducidas y nativas que conforman la farmacopea popular del país. Son de especial interés, las especies medicinales nativas que han sido poco estudiadas en su biología y agronomía y que por la extracción irracional, falta de conservación y carencia de métodos de cultivo apropiados, están desapareciendo de su hábitat natural. A esto también debe sumarse que las áreas naturales donde crecen, en muchos casos, también han sido deterioradas por la deforestación, cambio de uso del suelo, urbanización y otros. Por ello, además de los esfuerzos de conservación *in situ* y *ex situ*, una forma indirecta de conservar los recursos fitogenéticos medicinales nativos es con el desarrollo de técnicas específicas de cultivo que proporcionen al mercado una materia prima de calidad, con lo que se obtendrá un mejor precio de venta y un desestímulo para el simple extractivismo.

Una de estas especies es el pericón (*Tagetes lucida* Cav), nativa de Mesoamérica, ampliamente utilizada en forma popular para curar enfermedades digestivas. Los estudios de laboratorio han demostrado que tiene propiedades antiespasmódicas, hipertensoras, antidiarreicas, digestivas, y otras más [Cáceres, 1996]. Crece en forma silvestre a orillas de bosques de pino y en campos abiertos especialmente en el altiplano central y occidental y parte alta de Jalapa.

Presenta un interés especial para el mercado nacional e internacional por sus cualidades medicina-

les y su aceite esencial, por lo que es importante introducirla como cultivo, y ofrecer al agricultor tecnología para su producción, para contribuir a su conservación, ya que en las áreas donde crece naturalmente está disminuyendo en forma acelerada.

En esta monografía se presenta una recopilación de los principales trabajos de investigación realizados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos (FAUSAC) en el área botánica y agrícola, con el fin de introducir el pericón (*T. lucida*) a un sistema de cultivo sostenible.

El género *Tagetes* está compuesto por varias especies herbáceas anuales o perennes, con abundantes glándulas de aceite, lo que da como resultado plantas con olores penetrantes [Freire, 1987], a menudo utilizadas en medicina tradicional. Las principales especies de este género presentes en Guatemala —con base en Nash y Williams [1976]— son *T. erecta* L., *T. filifolia* Lag., *T. foetidissima* DC., *T. lucida* Cav., *T. nelsonii* Greenm., *T. subulata* Cervantes ex La Llave & Lex. y *T. tenuifolia* Cav.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Es una hierba erecta, perenne, glabra, comúnmente de 30 a 75 cm de alto, fuertemente aromática, crece

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Familia:	<i>Asteraceae</i>
Tribu:	<i>Helenieae</i>
Género:	<i>Tagetes</i>
Especie:	<i>Tagetes lucida</i>
Nombre científico:	<i>Tagetes lucida</i> Cav.
Nombres populares:	pericón, liyá, i'ya, jolomocox, ucá, hierba de San Juan.

a partir de una base corta gruesa y leñosa, cimosa-mente ramificada arriba; hojas opuestas, sesiles lineales u oblongolanceoladas, 5-10 cm de largo, obtusa o agudas en la base, finamente dentadas, con numerosas y pequeñas glándulas esparcidas; inflorescencia en cabezuelas con cimas densas o abiertas planas en la copa, involucreo cilíndrico, 9-10 mm de largo, filarios de 57, subulados en el ápice, con numerosas glándulas pequeñas y esparcidas; flores del radio femeninas, comúnmente 3 flabeliformes, estigma bifurcado pubescente; flores del disco perfectas de 5-7, la corola de 5-6 mm de longitud, estigma bifurcado, sin pubescencia; aquenios de 6-7 mm de longitud, estriados; papus escamoso de 5-6, dos de ellos setiformes de 3 mm de largo, los otros dos una tercera parte de longitud, oblongos, obtusos [Nash y Williams 1976; con algunas adiciones con base en el trabajo de Rosales, 1995].

FENOLOGÍA Y BIOLOGÍA FLORAL

De acuerdo con lo indicado, en los trabajos realizados por Martínez [1991] y Rosales [1995], en esta especie se ha podido establecer que en la fenología y la biología floral no existen variaciones significativas entre poblaciones. Las evidencias apuntan a que existe un alto porcentaje de polinización cruzada, donde los insectos al parecer juegan un papel importante, y por lo tanto, sería de esperar una alta variabilidad morfológica intra e interpoblacional, sin embargo, sólo se ha encontrado en altura de planta y días a floración, en los demás, se presenta una homogeneidad morfológica alta.

La floración y madurez de las inflorescencias dentro de una planta es en forma descendente, es

decir que las yemas florales aparecen y se desarrollan primero en las ramas superiores y luego continúa en dirección a la base.

En general, se puede afirmar que las variables cualitativas intra e interpoblacionales son constantes, así mismo las cuantitativas son relativamente constantes, encontrando diferencia estadística principalmente en longitud de ramas secundarias y terciarias, número de capítulos por inflorescencia, número de glándulas por filario, largo de filamentos de los estambres y longitud del aquenio [Rosales, 1995].

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT NATURAL

Es una planta originaria de Mesoamérica, crece en campos abiertos y a orillas de bosques de pino y encino, algunas veces en laderas rocosas secas, asociada principalmente con gramíneas, en alturas

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE *TAGETES LUCIDA* CAV.

Porcentaje de germinación:	en cajas germinadoras 40 a 50% en condiciones de laboratorio 65 a 85%.
Días a germinación:	inicia a los 7 días y se prolonga hasta 20 días después de la siembra (dds).
Altura de planta:	con un rango entre 45-51 cm y un promedio de 48 cm.
Duración del período vegetativo:	140 días.
Días a inicio de floración:	165. Existe una alta variabilidad en los días a inicio de floración por lo tanto el dato que se presenta aquí es tan sólo un promedio.
Días a plena floración:	175 dds.
Período de floración:	47 días (165 a 212 dds).
Días a plena fructificación:	213 dds.
Número promedio de aquenios por gramo:	1,463.
Área aproximada ocupada por planta:	1,500 cm ² .

de 1,000-2,000 msnm. Se distribuye desde el noroccidente de México hasta Honduras [Nash y Williams, 1976; Bye, 1986]. Con base en la *Flora de Guatemala* [Nash y Williams, 1976], se distribuye principalmente en el altiplano central y occidental, en los departamentos de Chimaltenango, Guatemala, Huehuetenango, Quiché, Sacatepéquez, San Marcos, Jalapa y Petén, aunque en este último departamento parece haber un error, ya que de acuerdo con las condiciones climáticas necesarias para esta planta, es poco probable que crezca en condiciones de campo en Petén. Aunque en la cita anterior no se menciona, se ha comprobado por trabajos de campo que también está ampliamente distribuida en Quetzaltenango.

Para conocer la situación actual de la distribución del pericón, se realizaron viajes de exploración y recolección, tomando en cuenta aquellos lugares que a partir de la literatura o consultas personales indicaban la presencia de esta especie. El objetivo final del estudio fue llegar a definir lo más exactamente posible su distribución geográfica a nivel nacional. En este proceso siguiendo lo propuesto por Estrada [1991], se hizo una conjugación de factores físicos, bióticos y culturales del área geográfica donde crece silvestre; lo cual se estableció por medio de su ubicación geográfica (latitud, longitud), altitud, relieve, suelos, clima, vegetación y grupo cultural.

En los lugares de recolección se obtuvo una muestra de material vegetativo y semilla para su reproducción. Con el material vegetativo se conformó una colección de campo que se encuentra ubicada en las instalaciones del ICTA en Chimaltenango, que ha servido como fuente para las investigaciones que se mencionan en este documento. Los principales datos de pasaporte se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1
LOCALIZACIÓN DE LOS LUGARES DE
RECOLECCIÓN DE PERICÓN (*TAGETES LUCIDA* CAV.)

No	Lugar	Municipio	Departamento	Latitud	Longitud	msmn	Zona de vida
1	La Unión	San Martín Jilotepeque	Chimaltenango	14°47'55"	90°47'55"	1860	bh MB-S
2	Chorjalé	Cabricán	Quetzaltenango	15°04'26"	91°38'53"	2625	bmb MB-S
3	Patzaj	San Martín Jilotepeque	Chimaltenango	14°52'22"	90°48'26"	2050	bh MB-S
4	La Toma	Jalapa	Jalapa	14°34'55"	90°05'30"	2130	bh MB-S
5	El Chagüite	Jalapa	Jalapa	14°41'20"	90°01'08"	1350	bh S(t)
6	La Fuente	Jalapa	Jalapa	14°37'18"	90°04'28"	1960	bh MB-S
7	Bárcena	Villa Nueva	Guatemala	14°32'16"	90°36'35"	1420	bh S(t)
8	Buena Vista	Magdalena M. A.	Sacatepéquez	14°29'36"	90°42'34"	2070	bh MB-S
9	Estanzuela	Joyabaj	El Quiché	14°59'17"	90°52'36"	1500	bh S(t)
10	Pie de la Cuesta	Sipacapa	San Marcos	15°11'40"	91°38'30"	2040	bh MB-S
11	Taltimiche	Comitancillo	San Marcos	15°05'25"	91°46'26"	2370	bh MB-S
12	La Cruz	San Pedro Pinula	Jalapa	14°38'00"	89°58'00"	1460	bh S(t)
13	Las Vigas	Chinique	El Quiché	15°00'28"	91°01'58"	1465	bh MB-S
14	Santa Cruz del Quiché	Santa Cruz del Quiché	El Quiché	15°01'44"	91°05'56"	2021	bh MB-S
15	Los Tablones	San José Chacayá	Sololá	14°46'55"	91°13'52"	2390	bh MB-S
16	Los Izotes	Jalapa	Jalapa	14°39'26"	90°07'38"	1760	bh S(t)
17	El Lazareto	Jalapa	Jalapa	14°38'02"	89°58'52"	1362	bh S(t)
18	Chimaltenango, km 58.5	Chimaltenango	Chimaltenango	14°39'00"	90°49'00"	1786	bh MB-S

En la parte alta del departamento de Jalapa se realizó el mayor número de recolectas (seis en total), esto a causa de las variaciones observadas en el campo, en cuanto a intensidad de la coloración de la flor y olor de las hojas. Aparte de los departamentos consignados en la *Flora de Guatemala*, en esta recolección fue posible documentar la presencia de esta especie en forma silvestre en el departamento de Quetzaltenango. En el departamento de Huehuetenango no fue posible encontrar poblaciones silvestres, sin embargo, se efectuaron recolectas en Sipacapa, San Marcos, prácticamente en el límite administrativo entre San Marcos y Huehuetenango. Por otra parte, en el trabajo realizado por Fernández [1992] en algunos municipios de Huehuetenango adyacentes a Quetzaltenango y San Marcos, se consigna el uso y presencia de esta especie aunque no se especifica si el material lo obtienen de poblaciones en forma silvestre.

Durante los viajes de exploración y recolección se pudo observar que una gran cantidad de material fresco de pericón en plena floración es comercializado en los mercados de Cabricán, en Quetzaltenango, Comalapa y San Martín Jilotepeque en Chimaltenango; sin embargo, en opinión de los pobladores de estos lugares y de lo observado en el campo, las áreas silvestres están disminuyendo constantemente por varias razones, pero la principal es el cambio en el uso del suelo ya sea para agricultura, carreteras, caminos y urbanizaciones [Martínez 1991].

En esta recolección se pudo encontrar pericón creciendo en un ámbito altitudinal de 1,350 a 2,625 msnm, con una mayor abundancia en áreas arriba de los 1,800 msnm. La temperatura promedio anual de estas localidades está entre 15 a 20°C y la pre-

cipitación media anual de 1,000 a 1,500 msnm, textura del suelo arcillosa, característicos de bosques de pino. Las zonas de vida donde crece son Bosque muy húmedo montano bajo subtropical, Bosque húmedo montano bajo subtropical y Bosque húmedo subtropical (templado).

ETNOBOTÁNICA

GRUPOS ÉTNICOS. En el altiplano occidental los grupos étnicos predominantes en el área de distribución de esta especie son Quiché, Cakchiquel y Mam. De acuerdo con esto, los nombres comunes en idiomas mayas son para el área de Totonicapán, *liyá* y en el área de Quetzaltenango, *iyá*, *jolomocox* y *ucá*.

USOS MEDICINALES. Es una planta de uso medicinal bastante antiguo [Linares *et al.*, 1990] bastante arraigado en algunas tradiciones populares. Se utilizan por vía oral las hojas y flores preparándolas en infusión o cocimiento (aunque el cocimiento no es recomendado por la pérdida de aceites esenciales), principalmente para el tratamiento de diarrea, disentería, flatulencia, parasitismo intestinal, dolor de estómago, indigestión, inflamación, náuseas, vómitos, malaria, para aliviar el parto, dolor menstrual, tratar anemia, inflamación de ojos, mordedura de escorpión, hepatitis, paludismo, etc.

Se le atribuyen propiedades antiespasmódicas, antisépticas, antibacterianas, antidiarreicas, antiinflamatorias, carmitivas, digestivas, diuréticas y febrífugas [Instituto Indigenista, 1978; Martínez, 1990; Cáceres *et al.*, 1990; CONAPLAMED, 1991; Gupta, 1995; Cáceres, 1996].

Se le atribuyen propiedades antiespasmódicas, antisépticas, antibacterianas, antidiarreicas, antiinflamatorias, carmitivas, digestivas, diuréticas y febrífugas.

Además es utilizado como saborizante y aromatizante en elotes y gúisquiles. Para agregar al agua en el baño de niños. Es usada en rituales religiosos como incienso y se quema para ahuyentar zancudos y moscas [Martínez, 1990; Linares *et al.*, 1990; Cáceres, 1996].

Juega un papel en algunas creencias tradicionales, por ejemplo en el altiplano occidental de Guatemala se dice que debe ser cortada antes del 24 de junio (día de San Juan), porque después es envuelta por el demonio [Nash y Williams, 1976], de ahí uno de sus nombres comunes "Hierba de San Juan". En regiones del norte de México se ha utilizado junto con *Nicotiana rustica* como alucinógeno por los Huicholes [Siegel, *et al.*, 1977]. Así mismo, en algunos estados de México se hacen cruces con ramas de pericón en floración, las cuales se colocan en las

Cuadro 2
RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ACEITE ESENCIAL DE HOJAS Y FLORES
DE SEIS POBLACIONES DE PERICÓN (*T. LUCIDA* CAV.)

Compuesto	Refracción	LUV365 nm	LUV254 nm	Porcentaje
B-cariofileno	0.8442	violeta claro		10.58
Anetol	0.7330		pardo	31.77
Cumarina+	0.6848	violeta azulado		1.86
Metileugenol	0.6182		pardo	15.48
Cumarina*	0.5333	violeta		9.60
?	0.4424		pardo tenue	2.79
Cumarina+	0.3697	violeta azulado		7.56
7-metoxi-cumarina	0.2848	violeta		12.10
?	0.2121		pardo	2.44
Cumarina+	0.1394	celeste		1.40
?	0.1061		pardo	1.16
?	0.0727		pardo	1.16
?	0	violeta azulado		2.10

puertas de las casas para alejar los malos espíritus. La relación íntima de esta planta con los grupos humanos está reflejada en el *Diccionario Geográfico* [Gall, 1981] que consigna 17 lugares en Guatemala, entre aldeas y caseríos que llevan el nombre de "Pericón", muchos ubicados en el altiplano occidental y central.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las hojas y flores contienen: aceite esencial (limoneno, b-ocimeno, b-cariofileno, mirceno, antetol, alilanol, esdragol, éter metílico de eugenol, tagetona, dehidro-tagetona, estrahidrotagetona y linalool), alcaloides cuaternarios, flavonoides (quercetagetina, patuletina), saponinas, glicósidos cianogénicos, cumarinas (dimetilalileter de 7-hidroxycumarina, 7-metoxicumarina y 6,7,8-trimetoxicumarina), derivados de tiofeno, atertienilo, poliacetilenos (5-(3-buten-1-inil)2,2'-bitienol), goma, dextrina, grasas, pectina, tres resinas ácidas, taninos y sales minerales [Cáceres, 1996].

En forma de resumen, se presentan los cuadros de contenido de aceite esencial de seis poblaciones silvestres de pericón recolectados en el país (Cuadro 2). Además, la concentración y rendimiento de aceite esencial y 7-metoxicumarina y scoparon en diferentes estados de desarrollo de las plantas al momento de la cosecha (Cuadro 3).

Cuadro 3
CONCENTRACIÓN Y RENDIMIENTO DE ACEITE ESENCIAL,
7-METOXICUMARINA Y SCOPARON DE PERICÓN (*TAGETES LUCIDA* CAV.)
EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO DE LA PLANTA

Estados de la planta	Tallos	Hojas	Flores	Tallos	Hojas	Flores
Rendimiento de peso fresco en kg/ha			Concentración de 7-metoxicumarina**			
1 Vegetativo inicial	132.00	339.03		0.1503	1.4882	
2 Veg. con tallos secundarios	801.36	4728.26		0.7056		1.2251
3 Inicio de floración	4095.52	3486.26	184.68	0.2104	1.8865	1.6535
4 Plena floración	3378.79	4178.56	1179.11	0.2856	2.3375	0.3307
5 Inicio de madurez de fruto	5707.36	5543.82	1769.32	1.1345	1.4882	0.3758
Rendimiento de peso seco en kg/ha			Rend. de 7-metoxicumarina en kg/ha			
1 Vegetativo inicial	27.17	69.51		0.0095	0.1661	
2 Veg. con tallos secundarios	125.56	231.06		0.1208	1.4643	
3 Inicio de floración	937.81	673.92	45.11	0.2562	1.8443	0.4019
4 Plena floración	7586.15	1151.33	308.22	0.4948	3.8307	0.5073
5 Inicio de madurez de fruto	2065.35	1256.58	445.87	3.0900	2.9645	1.0696
Concentración en porcentaje de aceite esencial			Concentración de Scoparon***			
1 Vegetativo inicial	0.05	0.57		3.4990	9.8271	
2 Veg. con tallos secundarios	0.04	0.72		0.8934	1.4889	
3 Inicio de floración	0.08	0.41	0.52	0.7685	2.9203	4.8415
4 Plena floración	0.05	0.52	0.56	1.5370	2.9203	1.5370
5 Inicio de madurez de fruto	0.05	0.85	0.39	1.5370	2.9203	7.2238
Rendimiento de aceite esencial en kg de aceite/ha*			Rendimiento de Scoparon en kg/ha			
1 Vegetativo inicial	0.01 B	0.39 B		0.0278	0.1096	
2 Veg. con tallos secundarios	0.04 B	1.54 B		0.0153	0.1776	
3 Inicio de floración	0.55 AB	2.71 B	0.92 B	0.0936	0.2855	0.1177
4 Plena floración	0.94 AB	5.97 AB	6.49 A	0.2663	0.4787	0.2358
5 Inicio de madurez de fruto	1.02 A	10.33 A	7.18 A	0.4185	0.5817	2.0560

PROPAGACIÓN

PROPAGACIÓN POR SEMILLA. La semilla no necesita ningún tratamiento especial para germinar, aunque debe ser seleccionada previamente después de la cosecha. Se coloca en cajas que contengan una mezcla de arena blanca y broza en partes iguales, o bien en camas directamente en el suelo, en cuyo caso se elaboran de un metro de ancho y el largo deseado. El suelo se muelle finamente y al momento de la siembra se hacen surcos poco profundos, separados a 10 cm; se coloca la semilla al chorrillo y se cubre con broza bien desmenuzada.

La emergencia de las plántulas se obtiene de 10 a 15 días después de la siembra y pueden ser trasplantadas al campo definitivo entre los 40 y 45 días después de la siembra. La época recomendable para la siembra en semillero es durante el mes de abril, de tal forma que se pueda trasplantar a finales de mayo. La semilla puede guardarse por varios años en frascos de vidrio en lugares secos y frescos.

PROPAGACIÓN VEGETATIVA. Puede ser propagada por estacas, estolones y yemas. Luego de varios ensayos preliminares se determinó que por estacas es el método más fácil y práctico. Se recomienda colocarlas en camas de enraizamiento con una mezcla de broza y arena de río y luego de 30 a 35 días trasplantarlas.

Para la reproducción vegetativa se puede partir de plantas en pleno desarrollo, preferiblemente antes que inicien la floración. Las plantas ideales para la propagación vegetativa son aquellas que tienen uno o dos años, las cuales previamente deben ser podadas a una altura de cinco centímetros del suelo, y utili-

La semilla no necesita ningún tratamiento especial para germinar, aunque debe ser seleccionada previamente después de la cosecha.

zarlas después de 45 días. Se recomienda utilizar estacas con tres nudos en las partes basal y media de los tallos jóvenes. Se pueden enraizar sin necesidad de un estimulante del enraizamiento, pero si se desea un mayor porcentaje de pegue, rápido y vigoroso, se recomienda aplicar alguna fuente comercial de ácido indolbutírico (IBA) en una concentración del 2%. Con esto se pueden tener estacas enraizadas listas para el trasplante de 25 a 35 días.

Los lotes sembrados con estacas enraizadas superan en rendimiento de materia seca a los sembrados con plántulas provenientes de semillas sembradas en la misma época [Orellana y Gohler, 1994], ya que las estacas tienden a producir más área foliar en menor tiempo, lo que se alcanza en plantas provenientes de semilla hasta el segundo año, sin embargo los costos de siembra son mayores.

La siembra por estacas enraizadas es recomendable para áreas pequeñas y cuando se quiera una producción inicial rápida.

MANEJO DEL CULTIVO

A causa de su perennidad se explicará el manejo del cultivo inicialmente en lo referente al primer año y luego las labores necesarias para los años posteriores. El cultivo de forma más práctica y económica es a partir de la semilla. Es importante elaborar y manejar el semillero en la forma como se apuntó anteriormente. La fecha de trasplante recomendada es la segunda quincena de mayo, con el fin de obtener la primera cosecha en el mes de agosto. La distancia de siembra es de 0.6 m entre surco y 0.3 m entre planta, esto permite realizar las labores de limpia adecuadamente

y además, una vez que las plantas han desarrollado, cierran el surco, con lo que la necesidad de limpias disminuye.

La siembra se puede realizar también en asocio con otras especies medicinales o bien otros cultivos. Se han realizado pruebas de asocio con maíz y se comprobó que no afecta el rendimiento de este cultivo. Se recomienda sembrar el maíz en doble surco separado a 0.5 m, lo que permite dejar una calle de 1.20 m entre doble surco donde se pueden sembrar dos hileras de pericón.

Cinco días después del trasplante se aplica abono orgánico en una dosis de 5 tm/ha de preferencia de un abono orgánico deshidratado. Para suplir alguna deficiencia de elementos menores se puede realizar una aplicación de fertilizante foliar en dosis de 0.5 lt/ha antes de la floración.

Las limpias estarán en función de la necesidad, pero en general pueden realizarse dos, durante la segunda se aprovecha para efectuar un aporque para evitar que a causa de la arquitectura de la planta, se puedan caer cuando estén en plena floración.

Trasplantando en mayo se puede obtener la primera cosecha a finales de agosto y una segunda a finales de octubre. El momento oportuno para la cosecha es cuando las plantas están en plena floración, pero por la variabilidad en días a floración intrapoblacional que existe, la misma debe hacerse escalonada. Esto tiene la desventaja que aumenta los costos; sin embargo, puede ser ventajoso en cuanto a espacio para secado y calidad del producto.

Durante el segundo año y los siguientes que se mantenga el cultivo (se recomiendan tres años y luego renovar), los trabajos se concentran en podas, limpias y abonado si es necesario. De octubre a marzo las

La siembra se puede realizar también en asocio con otras especies medicinales o bien otros cultivos.

plantas producen follaje, pero de baja calidad, porque se mancha con cenicilla (*Oidium sp.*), por ello a inicios de abril se hace una poda a cinco cm del suelo, esto estimula la brotación y con el efecto de las primeras lluvias se obtiene un buen desarrollo de las plantas; así, la primera cosecha del año se obtiene en junio, una segunda en septiembre y de acuerdo con las condiciones ambientales incluso se puede obtener una tercera cosecha a finales de octubre.

Para efectuar el abonado en el segundo año y los siguientes se recomienda hacerlo con base en el análisis de suelos, procurando suplir la necesidad de nutrientes con abonos orgánicos.

Se han realizado ensayos preliminares para calcular la frecuencia de riego necesaria en la época seca, los mismos indican que es necesario regar cada 10 días con lo que se obtiene un adecuado rendimiento de aceite esencial y un consumo mínimo de humedad [Turcios, 1995]. Sin embargo, hace falta hacer una evaluación económica y observar si con el riego se supera la incidencia de cenicilla (*Oidium spp.*) sobre el follaje en época seca.

Durante el cultivo se puede presentar algunos patógenos del follaje y suelo, entre ellos:

- a) *Cercospora spp.* se presenta como manchas concéntricas e irregulares de color café negruzco en tallos y hojas durante todo el ciclo de cultivo, sin llegar a constituir una epífita; para evitar su presencia se recomienda airear entre surcos por medio de podas y sembrar en la época recomendada.
- b) *Oidium spp.* aparece superficialmente, en forma de cenicilla sobre hojas y tallos, en especial en la época seca, puede causar daño bastante notorio porque las hojas pierden su calidad para la venta,

por lo que se recomienda sembrar en la época apuntada anteriormente para escapar a su apareamiento en los dos primeros cortes. En la época seca se debe dejar crecer a las plantas sin ningún manejo y en abril podar a cinco centímetros del suelo y sacar el material cortado del campo de cultivo.

- c) *Rhizoctonia* spp. y *Fusarium* spp. puede manifestarse en raíces y base de los tallos, pero a la fecha su presencia es moderada sin llegar a constituir un problema grave. Su daño está asociado con la presencia de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.).

En relación con insectos, en los muestreos realizados se ha capturado varias especies de insectos pero ninguna población puede considerarse como plaga; es más, hacen falta estudios para conocer su función dentro del cultivo.

COSECHA

En la época de plena floración se ha comprobado que se obtiene el mayor contenido de aceite esencial y otros componentes fitoquímicos [Barillas, 1995, Cáceres, 1996], por lo tanto es la recomendada para la cosecha. Ésta se alcanza entre 140 a 160 días después de la siembra en el primer año (incluye el período de semillero), o después de 65 a 75 días después de podada en el segundo año y siguientes; después del primer corte se puede obtener un segundo a los 60 a 65 días. Las plantas se cortan completas a cinco cm del suelo, luego se lavan con agua potable o en su defecto agregando una gota de cloro comercial

por litro de agua. El lavado se realiza con el propósito de eliminar tierra y materiales extraños. Para esta labor se puede hacer uso de recipientes de plástico, luego de esto se coloca el material vegetal en canastas plásticas caladas, para eliminar el exceso de agua del follaje.

SECADO

Para el secado lo más práctico es utilizar un secador solar cuyo tamaño estará en función de la cantidad de material que se quiera secar. El diseño de estas estructuras ha sido desarrollado y mejorado por CEMAT e ICTA [CONAPLAMED, 1990]. El principio se basa en utilizar la energía del sol en forma indirecta para secar el material vegetal, por medio de la circulación de aire dentro de la cámara. En el interior el material se coloca en estanterías sobre bandejas con marcos de madera cubiertos de cedazo plástico, tipo mosquitero. La duración del secado depende de las condiciones del tiempo, pero en general va de tres a cuatro días, durante los cuales se debe estar controlando el material y de preferencia voltearlo dentro de las bandejas.

Hay dos formas de introducir el material al secador:

- a) Cortado y picado, que consiste en cortar el material vegetal con cuchillo o machete en cortes de 5 mm de largo, esto facilita el secado del follaje, pero tiene el inconveniente cuando está seco hay que hacer una selección para eliminar las porciones de tallo grueso ya que esta parte tiene un bajo contenido de componentes químicos de interés y además produce problemas a la hora

de la extracción, y también tanto el picado como la selección aumentan los costos.

- b) Se introducen las plantas enteras extendiéndolas lo mejor posible para facilitar el secado. Ya secas se pasa la mano a lo largo de la planta (despeñado) con lo cual se logra separar hojas y flores del tallo y ramas. Aunque esta técnica ocupa más espacio en el secador, tiene la ventaja de reducir los costos de mano de obra.

Una forma de aumentar la calidad del producto seco es colocar un nylon negro en la parte interior del techo para oscurecer la cámara de secado, con esto se consigue que el color natural de las hojas y flores se mantenga al máximo, sin embargo, aumenta los días a secado.

El punto de secado se tiene cuando las hojas se quiebran con facilidad al presionarlas con la mano: el porcentaje de humedad alcanzado está entre 8 a 12%. Después del secado el material es seleccionado y se almacena en bolsas de papel multicapa y/o en barriles plásticos de 15 o 30 galones con tapadera, con el fin de evitar la rehidratación y mantener la calidad de producto por mayor tiempo; lo que usualmente puede alcanzar hasta un año.

La relación de peso fresco a seco es de 3.5-4 : 1.

RENTABILIDAD

El costo preliminar para el cultivo de pericón durante el primer año en ensayos llevados a cabo en el ICTA, Chimaltenango entre 1992-93, muestran que se gasta un total de 25,473.16 Q/ha. Se obtienen un rendimiento de 4.11 tm/ha que a un precio de 7.7 Q/kg

produce un ingreso bruto de Q.31,647.00, lo cual proporciona un ingreso neto de Q.6,163.84 y una rentabilidad de 24.24%.

Para el segundo año no se presentan datos por no ser consistentes, sin embargo, con base en el rendimiento obtenido en otros trabajos, es de esperarse que el rendimiento en peso seco aumente y como los costos de manejo disminuyen, la rentabilidad debería ser mayor que en el primer año.

BIBLIOGRAFÍA

- BARILLAS A., C.L. 1995. Determinación de la concentración y rendimiento de 7-metoxicumarina y aceite esencial, en cinco estados de desarrollo del pericón (*Tagetes lucida* Cav.) en la Alameda, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. USAC. Guatemala. 81 p.
- BYE, R. 1986. Medicinal plants of the Sierra Madre: Comparative study of Tarahumara and Mexican market plants. *Econ. Bot.* 40 (1):103-124.
- CÁCERES, A; L. GIRÓN y V. FREIRE. 1990. Plantas de uso medicinal en Guatemala: I. Detección etnobotánica y bibliográfica. *USAC* 9:55-77.
- CÁCERES, A. B. SAMAYOA y H. LOGEMAM. 1990. Plantas de uso medicinal en Guatemala: tamizaje de la actividad antimicrobiana. *USAC* 10:48-60.
- CÁCERES, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Editorial Universitaria. Guatemala. 402 p.
- CONAPLAMED. 1990. Tecnología de deshidratado y construcción de cámaras para deshidratado de vegetales con énfasis en plantas medicinales. Memorias del taller. Chimaltenango, Guatemala. 54 p.

- COPLAMED. 1991. Propuesta de farmacopea vegetal guatemalteca: *Tagetes lucida* Cav. Guatemala. 6 p.
- FERNÁNDEZ C., H. 1992. Etnobotánica de los recursos fitogenéticos de uso medicinal presentes en ocho municipios del área de influencia étnica Mam, del departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. p. 186-187.
- GALL, F. 1981. Diccionario geográfico nacional. Tomo II. 2a edición. Instituto Geográfico Nacional. Guatemala. p. 61.
- GODOYO, N. 1995. Evaluación del contenido de aceite esencial en tres poblaciones silvestres de pericón (*Tagetes lucida* Cav.). Tesis Fitotecnista, especializado en cultivos. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 61 p.
- GUPTA, M.P. (editor). 1995. 270 plantas medicinales iberoamericanas. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Convenio Andrés Bello. Colombia. 617 p.
- ESTRADA L., E. 1991. Ubicación geográfica. En: Plantas medicinales de México: Introducción a su estudio. 3ª edición. Universidad de Chapingo. México. p. 1-55.
- INSTITUTO INDIGENISTA NACIONAL. 1978. Aspectos de la medicina popular en el área rural de Guatemala. Guatemala Indígena 14(3-4): 616 p.
- LINARES, E., B. FLORES P. y R. BYE. 1990. Selección de plantas medicinales de México. Limusa, México. 125 p.
- MARTÍNEZ, M. 1990. Las plantas medicinales de México. 61 edición. Ediciones Botas. México. 656 p.

- MARTÍNEZ A., J.V. 1991. Metodología para desarrollar tecnología para el cultivo de plantas medicinales. Trabajo presentado en el VI seminario de plantas medicinales. Huehuetenango, Guatemala. 9 p.
- _____ 1992. Introducción a la domesticación y cultivo de plantas medicinales, un ejemplo concreto: el pericón (*Tagetes lucida* Cav.). Trabajo presentado en el VI seminario nacional de plantas medicinales. San Marcos, Guatemala.
- MARTÍNEZ A., J.V. y A. ORELLANA P. 1993. Desarrollo agrotecnológico de cinco especies de plantas medicinales silvestres con potencial industrial: El pericón (*T. lucida* y *oroza* (*L. dulcis*)). Informe de presentación de resultados del año 1992. ICTA Chimaltenango, Guatemala. 26 p.
- NASH, D.L. y L.O. WILLIAMS. 1976. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany 24(12):603 p.
- ORELLANA P., A. e I. GÖHLER. 1994. Informe de resultados de la disciplina de recursos fitogenéticos del año 1993. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Chimaltenango, Guatemala. s.p.
- ROSALES Z., C. 1995. Estudio de la biología floral, modo de reproducción y viabilidad de semilla de seis poblaciones de pericón (*Tagetes lucida* Cav.) nativas de Guatemala. Tesis de biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC. Guatemala. 90 p.
- SIEGEL, R.; P. COLLINGS y J. DÍAZ. 1977. On the use of *Tagetes lucida* and *Nicotiana rustica* as a huichol smoking mixture: The "yahuitli" with suggestive hallucinogenic effect. Econ. Bot. 31:16-23.
- TURCIOS S., M. 1995. Efecto de cinco frecuencias de riego sobre el rendimiento de biomasa y evapotranspiración en el cultivo de pericón (*Tagetes lucida* Cav.) en la unidad de riego San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. USAC. Guatemala. 70 p.

LOS CHILES DE PETÉN

Helmer D. Ayala Vargas
Mario H. Rivera Ordóñez



Resumen

Se presenta una síntesis de los resultados del proyecto de rescate de los chiles nativos de Petén. Esta investigación fue emprendida por el Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía. Colectándose 52 muestras pertenecientes a 3 especies: *Capsicum annuum* var *aviculare*, *C. annuum* var *annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens*.

Se realizó una caracterización *in situ* con el objeto de tener referencia de las características de cada uno de los materiales antes de ser almacenados en el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía, datos que son incorporados en la base de datos de dicho banco. Se explica la procedencia y distribución de los materiales de chile encontrados en el área tomando como referencia la historia de Petén desde la conquista por los españoles hasta los recientes programas de colonización y las migraciones constantes, así como la distribución geográfica de los diferentes grupos étnicos en el Departamento.

INTRODUCCIÓN

Petén es el departamento de Guatemala con mayor extensión territorial, en donde se localizan dos diferentes zonas de vida, (bosque húmedo subtropical cálido y el bosque muy húmedo subtropical cálido). Su población se concentró en el área central del departamento hasta la década de los sesenta cuando dio inicio el programa de colonización de dichas tierras y desde ese entonces a la fecha ha existido una serie de migraciones que en algunos casos se ha vuelto incontrolable.

Antes de los inicios de la colonización, Petén estuvo aislado del resto del país, razón por la que sus pobladores desarrollaron una serie de costumbres relativamente diferentes a las observadas en otras regiones del país.

La diversidad genética de plantas cultivadas según reportes de Standley *et al.* [1953] y Azurdia *et al.* [1980] presenta gran riqueza, sobresaliendo el cultivo de especies muy particulares de chiles (chile habanero, chile tabasco) y cucurbitas (Tzol) que sólo ahí se observan. Sin embargo, las continuas migraciones y colonizaciones efectuadas en esa área dieron como resultado que muchos grupos étnicos se asentaran en dichos lugares y que llevaran con ellos sus costumbres, así como sus prácticas agrícolas, y con éstas, las semillas de sus cultivos tradicionales de sus lugares de origen. Por esta razón actualmente existe una gran diversidad de especies cultivadas que no se conocían, provocando en algunos casos diversificación de la producción como del consumo de sus pobladores, causando la eliminación (erosión genética) de otras especies de los campos del cultivo, por sustitución de las nuevas.

En la actualidad, para dar respuesta a las necesidades de la población, y con el fin de mejorar sus ingresos por medio de la producción agrícola, se han puesto en marcha programas de desarrollo de algunas especies y variedades introducidas, dentro de los que vale la pena señalar el proyecto de chile habanero.

Con el propósito de evitar la erosión genética y conservar los materiales originales existentes de esta especie en Petén, el Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales del Instituto de Investigaciones Agronómicas desarrolló el presente trabajo cuyas actividades se concentraron en realizar una colecta de germoplasma de todos los materiales encontrados y la caracterización *in situ* de los materiales, además de tratar de explicar la presencia, origen y distribución de los materiales encontrados, su relación con el desarrollo de los grupos étnicos y las continuas migraciones efectuadas en esa área.

ANTECEDENTES

BREVE HISTORIA DE PETÉN. De todos es conocido el desarrollo de Petén y el crecimiento de las grandes ciudades Estado, que florecieron durante el período clásico de los mayas, por ejemplo ciudades como Tikal, Uaxactún, y otras que luego fueron abandonadas por razones aún no entendidas en su plenitud.

De la historia reciente, *National Geographic* [1975] apunta que la historia reciente de Petén se puede iniciar desde la conquista de la ciudad de Tayasal por los españoles, efectuada en 1697, centro del reino de los Mayas Itzáes, cuyo territorio dominaba todo Petén, incluyendo algunas áreas de Yucatán, colindando al noreste con los Aztecas, al sur con el

Reino de Tezulutlán (Alta y Baja Verapaz) y al oeste con el Océano Atlántico.

Agar-Und [1992] señala que la conquista por los españoles en ese período dio como resultado el asentamiento en el área central de Petén de mestizos provenientes del Yucatán, México y del altiplano central de Guatemala. Las migraciones posteriores de indígenas de Yucatán y de poblaciones Mayas Itzáes se asentaron en los poblados coloniales de San Andrés, San Francisco, Santa Ana, San Luis y San Toribio.

Más tarde, en el siglo XIX, bajo el gobierno de Justo Rufino Barrios, se motivó el asentamiento de grupos Q'eqchi'es desde el Río Salinas hasta el Río La Pasión con el fin de apoyar la expansión del cultivo de café.

En el siglo XX se propició la inmigración a la región con el objeto de proveer de mano de obra para la extracción de maderas y chicle, dando origen al ingreso de grupos de inmigrantes del Estado de Tabasco, México y Q'eqchi'es de Alta Verapaz, Guatemala.

Sosa J. [1970] señala que a partir de 1959 se crea la empresa Fomento y Desarrollo de Petén, iniciando un programa de colonización y otorgando en propiedad grandes extensiones de Petén. Ello dio origen a demanda de mano de obra, la cual fue satisfecha con migraciones no controladas de grupos de diferentes áreas del país, motivados por la existencia de tierras de cultivo, ante la carencia de las mismas en sus áreas de origen.

METODOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO. El departamento de Petén se encuentra ubicado al norte del país con una extensión de 35,854 km cuadrados, colindando al norte y al oeste con los Estados Unidos Mexicanos, al sur con los departamentos de Izabal y Alta Verapaz, al este con Belice. Se encuentra ubicado entre las coordenadas 16° 04' y 17° 52' latitud norte y 89° 12' y 91° 27' longitud oeste, posee altitudes que van desde los 50 hasta los 600 msnm.

El clima presenta una temperatura media anual de 27° centígrados en la zona norte y de 23° en la zona sur, con una precipitación media anual de 1,700 mm siendo menor en la zona norte, la humedad relativa imperante es de 95% en la parte norte y de 82% en la parte sur. De la Cruz [1982] basado en el sistema Holdridge de clasificación de zonas de vida, define dos zonas de vida, el Bosque Húmedo Subtropical (Cálido) en la parte norte y Bosque muy Húmedo Subtropical (Cálido) en el sur.

El departamento se encuentra dividido en 12 municipios que son: San Andrés, San José, Flores, Melchor de Mencos, La Libertad, San Benito, San Francisco, Santa Ana, Dolores, Sayaxché, Poptún y San Luis.

COLECCIÓN DE GERMOPLASMA. Para la colección del germoplasma se realizaron varias giras previas de exploración en las zonas del departamento que integran Petén, se obtuvo la información sobre los diferentes tipos de chiles cultivados, en particular épocas de cultivo y períodos de producción. Para la obtención de esta información, se visitaron agricultores, así como mercados locales y regionales, con el

El departamento de Petén se encuentra ubicado al norte del país con una extensión de 35,854 km cuadrados.

fin de detectar los tipos como el origen de los mismos. Estas giras se realizaron durante los meses de octubre y noviembre de 1998. Posteriormente se efectuaron las colectas de los frutos para luego obtener la semilla, se visitaron fincas, jardines y huertos familiares, obteniendo alrededor de 20 a 25 frutos, muestreando un número representativo de plantas de la población presente. Se tomó la información siguiente, por cada muestra colectada: localización del sitio, fuente de origen de la muestra, estado de la colección; nombre local, número de plantas muestreadas, fecha de colecta, prácticas culturales aplicadas, topografía y tipo de suelo. Datos que se constituyen en el pasaporte para cada muestra y cuya información ingresó a la base de datos del Banco de Germoplasma junto con las colecciones.

CARACTERIZACIÓN *IN SITU*. Durante el período 98-99 se realizaron las colectas, así como la caracterización *in situ* y para el efecto se utilizó el descriptor de *Capsicum* propuesto por el Internacional Plant Genetic Resourse Institute (IPGRI) utilizando aquellos caracteres presentes en el momento de la colecta.

El descriptor enumera una serie de variables presentes en la planta como los datos vegetativos que incluyen caracteres como hábito de crecimiento, color del tallo, color de nudos, presencia de pubescencia, altura y diámetro de la planta, características de las hojas, y datos reproductivos como características de la flor, fruto y semillas.

El análisis de la variabilidad se efectuó por medio del análisis de conglomerados (*Cluster analisis*), que agrupa a los materiales o cultivares de acuerdo con coeficientes de similitud de los diferentes caracteres

estudiados. Este análisis generó un dendrograma que define claramente grupos a una distancia dada.

RESULTADOS

Durante la ejecución del trabajo se logró coleccionar 52 materiales genéticos de chile, encontrándose dentro de ellos 14 cultivares de *Capsicum annum* var *aviculare*, 23 de *Capsicum annum* var *annuum*, 12 de *Capsicum chinense*, y 2 de *Capsicum frutescens*.

Capsicum annum var *aviculare*. Se encontraron distribuidos en todos los municipios del departamento creciendo en forma silvestre y en algunos huertos familiares, y comúnmente se les conoce como chiltepe siendo utilizado para su consumo en fresco.

Cuadro 1
DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE COLECTA
DE *CAPSICUM ANNUM* VAR *AVICULARE*

Colecta No.	Nombre común	Sitio de colecta	Coordenadas	Altitud (msnm)
5	Chiltepe	La Reynita Sayaxché	16° 38'N 89° 59'O	130
6	Chiltepe	Los Manueles, La Libertad	16° 38'N 90° 22'O	130
7	Chiltepe	Poxte, Poptún	16° 26'N 89° 28'O	400
9	Chiltepe	La Felicidad, La Libertad	16° 50'N 90° 51'O	80
17	Chiltepe	Santa Elena	16° 55'N 89° 54'O	130
19	Chiltepe	San Benito	16° 55'N 89° 55'O	130
23	Chiltepe	El Tamarindo, Sayxché	16° 24'N 90° 33'O	150
24	Chiltepe	La Bocadilla, La Libertad	16° 40'N 90° 33'O	130
25	Chile picante	La Bocadilla	16° 40'N 90° 33'O	130
33	Chiltepe	San Andrés	16° 57'N 89° 54'O	200
35	Chiltepe	Sacpuy, San Andrés	16° 57'N 89° 57'O	200
41	Chiltepe	Santa Fe, Sayaxché	16° 22'N 89° 59'O	150
47	Chile jardín	El Naranjo, La Libertad	17° 13'N 90° 48'O	60
48	Chile jardín	Icote, La Libertad	17° 13'N 90° 45'O	60

En general este grupo presenta las siguientes características: las flores son de corola blanca, márgenes del cáliz suaves y color del filamento blanco y anteras azul pálido. El fruto inmaduro es de color verde y rojo al madurar, de forma cónica con el ápice de forma obtusa y base truncada, de posición erecta y generalmente presenta las siguientes dimensiones: largo 0.82 cm y 0.50 cm de diámetro. Además dentro de este grupo se ubicaron dos materiales a los cuales se les denomina chile de jardín, estos últimos se diferencian de los anteriores en que los frutos presentan una coloración púrpura en estado inmaduro.

Capsicum annum var *annuum*. Dentro de este grupo se encontraron todos aquellos materiales cultivados para su comercialización, así como presentes en huertos familiares. Los más importantes dentro de este grupo son: Chile cobanero, Chile costeño, Chile cuerudo, Chile chocolate, Chile boleta, Bolonillo, Chile picante, y Chile tabasqueño. Los sitios de localización de estos materiales pueden observarse en el Cuadro 2.

Capsicum chinense. Este es uno de los chiles más importantes en Petén, ya que en Guatemala únicamente se ha reportado en esta región, existiendo en diferentes formas y colores (amarillo, naranja, rojo). Se colectaron 12 muestras, particularmente en el área cercana al lago Peten Itzá, en los poblados de San José y San Andrés, y también fueron localizados en la región de Dolores y Poptún (ver mapa 1).

A este chile se le conoce como Habanero, nombre que también recibe en Yucatán, México. La mayoría de colectas de Habanero amarillo fueron localizadas en los huertos familiares y en pequeñas plantaciones, sin embargo, los rojos únicamente en huertos, lo que indica la preferencia de éste sobre los rojos, en el

Capsicum chinense es uno de los chiles más importantes en Petén, ya que en Guatemala únicamente se ha reportado en esta región, existiendo en diferentes formas y colores (amarillo, naranja, rojo).

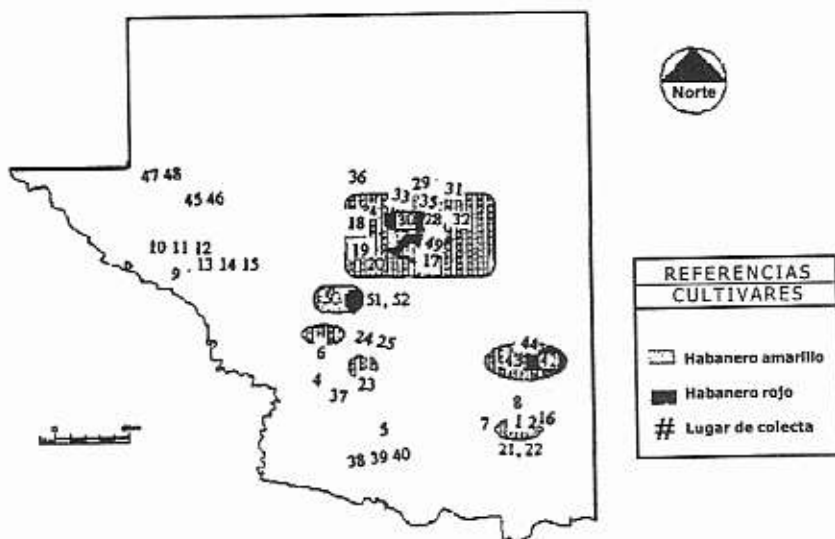
mercado. Su consumo generalmente se realiza en fresco, en salsas, así como en conserva.

En la actualidad existe la introducción de Habaneros mejorados, propiciada por el Programa Fomento de la Fruticultura y la Misión Técnica China, con el objetivo de crear grandes plantaciones y producir este chile para la exportación. Esta actividad está poniendo en peligro de erosión genética los materiales originales existentes, ya que en determinado momento pueden ser sustituidos por los agricultores, y también

Cuadro 2
DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE COLECTA
DE *CAPSICUM ANNUUM* VAR. *ANNUUM*

Colecta No.	Nombre común	Sitio de colecta	Coordenadas	Altitud (msnm)
1	Diente de perro	Poptún	16° 20'N 89° 25'O	500
2	Pico de paloma	Poptún	16° 20'N 89° 25'O	500
3	Pico de paloma	Poxté, Poptún	16° 26'N 89° 28'O	400
4	Pico de paloma	Sayaxché	16° 31'N 90° 18'O	150
10	Chile cobanero	La Felicidad, La Libertad	16° 50'N 90° 51'O	80
11	Chile nance	La Felicidad, La Libertad	16° 50'N 90° 51'O	80
12	Pico de paloma	La Felicidad, La Libertad	16° 50'N 90° 51'O	80
13	Tabasqueño	La Felicidad, La Libertad	16° 50'N 90° 51'O	80
14	Bolonillo	La Felicidad, La Libertad	16° 50'N 90° 51'O	80
15	Costeño	La Felicidad, La Libertad	16° 50'N 90° 51'O	80
16	Bolita	Poptún	16° 20'N 89° 25'O	500
26	Pico de paloma	Las Cruces, La Libertad	16° 37'N 90° 16'O	130
27	Diente de perro	Los Manuéles, La Libertad	16° 38'N 90° 33'O	130
29	Picante	San Andrés	16° 57'N 89° 54'O	200
31	Diente de perro	San Andrés	16° 57'N 89° 54'O	200
36	Diente de perro	Sacpuy, San Andrés	16° 57'N 89° 56'O	200
37	Chiltepe grande	La Reynita, Sayaxché	16° 38'N 89° 59'O	150
38	Cobanero	Arroyo, Santa Amelia, Sayaxché	16° 22'N 89° 59'O	150
39	Picante	Arroyo, Santa Amelia, Sayaxché	16° 22'N 89° 59'O	150
40	Picante	Arroyo, Santa Amelia, Sayaxché	16° 22'N 89° 59'O	150
44	Chocolate	Calzada Mopán, Dolores	16° 37'N 89° 22'O	300
45	Cobanero	Los Esqueletos, La Libertad	16° 37'N 90° 54'O	60
46	Cobanero	Villa Nueva, La Libertad	16° 53'N 90° 33'O	60

Mapa 1
SITIOS DE COLECTA



Cuadro 3
DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE
COLECTA DE *CAPSICUM CHINENSE*

Colecta No.	Nombre común	Sitio de colecta	Coordenadas	Altitud (msnm)
2	Pico de paloma	Poptún	16° 20'N 89° 25'O	500
20	Habanero amarillo	San Benito	16° 55'N 89° 54'O	130
21	Habanero amarillo	Poptún	16° 20'N 89° 24'O	500
22	Habanero amarillo	Poptún	16° 20'N 89° 25'O	500
28	Habanero naranja	San Andrés	16° 57'N 89° 54'O	200
30	Habanero rojo	San Andrés	16° 57'N 89° 54'O	200
32	Habanero amarillo	San Andrés	16° 57'N 89° 54'O	200
34	Habanero amarillo	Sacpuy San Andrés	16° 57'N 89° 56'O	200
42	Habanero rojo	Calzada Mopán Dolores	16° 43'N 89° 22'O	200
43	Habanero amarillo	Calzada Mopán Dolores	16° 43'N 89° 22'O	200
50	Habanero amarillo	Nuevo Amanecer La Libertad	16° 43'N 89° 22'O	130
51	Habanero rojo	Nuevo Amanecer La Libertad	16° 43'N 89° 22'O	130
52	Habanero rojo	Nuevo Amanecer La Libertad	16° 43'N 89° 22'O	130

por el cruzamiento inadvertido que puede existir entre dichos materiales.

Las características particulares del fruto de esta especie son: forma acampanulada, con ápice de forma puntiaguda, y la base cordada, con un largo que oscila entre 2 a 3 cm, un diámetro de 3 a 4 cm.

Capsicum frutescens. De esta especie fueron encontradas dos muestras, una en el área central del departamento a orillas del lago Petén Itzá, y otro en la zona sur, específicamente en el municipio de Poptún. Es llamado como Diente de Perro en uno de los sitios de colecta y otro como Tabasco (nombre como se le conoce en México). Éste es un chile que tiene la particularidad que el fruto es alargado con ápice agudo, base obtusa y el cáliz es acampanulado. En estado inmaduro presenta coloración verde oscura y al madurar color naranja. En ambos casos el fruto presenta longitudes que oscilan entre 2.5 a 3 cm. y diámetros de 0.5 cm. Este chile fue localizado en huertos caseros, contiguos a las casas de habitación. Su consumo se efectúa en fresco.

Cuadro 4
DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS
DE COLECTA DE *CAPSICUM FRUTESCENS*

Colecta No.	Nombre común	Sitio de colecta	Coordenadas	Altitud (msnm)
8	Tabasco	Poptún	16° 20'N 89° 25'O	450
49	Diente perro	Jobompiche	17° 00'N 89° 44'O	200

Cuadro 5
SITIO DE COLECTA DE *CAPSICUM SP.*

Colecta No.	Nombre común	Sitio de colecta	Coordenadas	Altitud (msnm)
18	De colores	San Benito	16° 55'N 89° 54'O	130

Capsicum sp. Se encontró otro material que la flor tiene corola color violeta. Este material se localiza en los jardines de las casas de los poblados del área central de Petén, pues se le considera ornamental, aunque también se consume en fresco. Se le llama Chile de colores, toma su nombre por las características de su fruto, pues cambia de colores conforme se acerca a la madurez, iniciando con un color blanco a púrpura, pasando por amarillo, posteriormente anaranjado y por último color rojo.

La planta es de porte pequeño (30 cm de altura) y su fruto es de forma cónica, base truncada y ápice obtuso, largo que oscila entre 1.5 cm de largo y 1.4 cm de diámetro.

CARACTERIZACIÓN

Se caracterizaron 45 materiales de los colectados pues no se contó con información suficiente de los 7 restantes. Se analizaron un total de 32 variables, de las cuales el 60.2% mostraron alta variación entre los materiales genéticos colectados. Las variables más importantes fueron: hábito de crecimiento, características de la flor, del fruto y la semilla.

Por medio del análisis de conglomerados (*cluster analysis*) se elaboró un fenograma por el que se lograron separar cinco grupos a un coeficiente de similitud de 4, como se puede apreciar en el fenograma de la Figura 1.

El primer grupo está integrado por todos aquellos materiales de *Capsicum annuum* var. *annuum* y algunos materiales de *Capsicum annuum* var. *aviculare*. Sin embargo, en este grupo también se encuentra a un coeficiente de distancia de 3.5 los materiales de

la especie *Capsicum frutescens* identificados como Tabasco y Diente de perro.

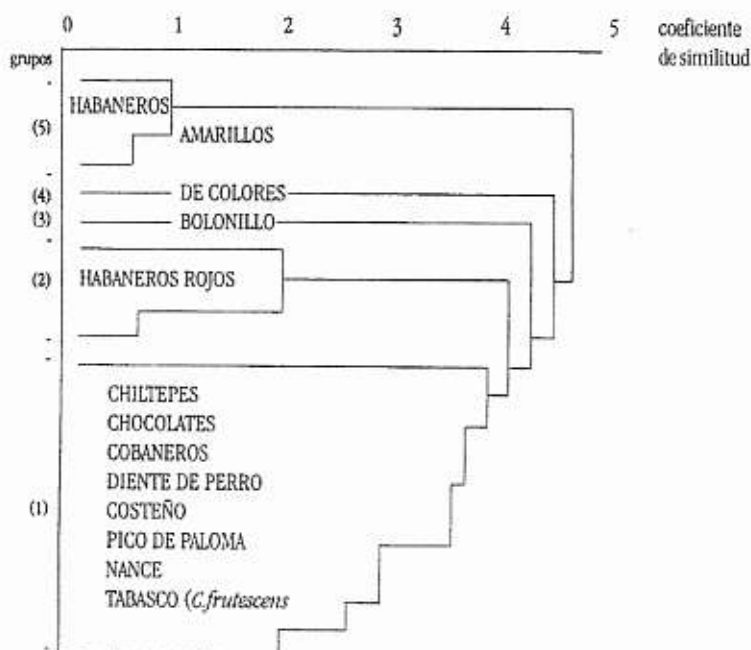
El segundo grupo está integrado por colectas de la especie *Capsicum chinense*, específicamente los conocidos como habaneros rojos, siendo en total cinco materiales.

El tercer grupo está integrado por un material de *Capsicum annuum* llamado bolonillo.

En el cuarto grupo se encuentra el material denominado chile de colores, separado claramente del resto por su característica de color de la corola.

El quinto grupo está integrado por ocho materiales de *Capsicum chinense*, específicamente todos aquellos materiales de color amarillo y naranja.

Figura 1
FENOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE CULTIVARES



DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ETNOGRÁFICA

De acuerdo con lo presentado en la distribución de los cultivares, se puede observar que los cultivares de chile cobanero se distribuyen en la zona sur de Petén donde está asentada la población quekchí, aunque este cultivar ha sido encontrado en otras zonas, siempre cultivado por este grupo.

Otros de los cultivares que puede indicar con mayor precisión a qué grupo está asociado es el chile habanero *Capsicum chinense*, ya que éste se encuentra cultivado en la región central, en los pueblos cercanos al Lago Petén Itzá, como San Andrés, San Benito y Dolores, áreas que fueron pobladas tanto por los itzáes como por inmigrantes de Yucatán, donde actualmente se encuentra distribuido. DeWitt & Bosland [1993] señalan que esta especie tiene su centro de origen en el Amazonas, éste fue distribuido en tiempos precolombinos a las diferentes islas de la cuenca del Caribe y éstos a su vez a la península de Yucatán.

Otro material que vale la pena señalar es la presencia de *C. frutescens*, llamados en la región como Tabasco y Diente de perro. Este material también fue reportado por Standley [1952]. DeWitt & Bosland [1993] señala que esta especie es originaria de Suramérica, pero se especula que su domesticación se efectuó en las cercanías de Panamá, de donde se dispersó a Centro América y México. Señalando además que era cultivado cerca de Tabasco, México, en los años 1848. De tal manera que el nombre que aún conserva en Petén (Tabasco) sugiere que fue introducido de esa parte de México por medio de los inmigrantes que vinieron a la región en el siglo XIX;

o bien que ellos lo reconocieron con ese nombre cuando llegaron a estas tierras, pues según reportes esta especie se encuentra distribuida desde América del Sur hasta el sur de México.

Un material que se puede señalar como oriundo del lugar es *Capsicum annum* var. *aviculare*, o chil-tepe, ya que su distribución es generalizada y se le puede encontrar cultivado o en forma espontánea creciendo en potreros u orillas de camino. Este hecho se reproduce en todas las zonas bajas de la República de Guatemala, tanto en el Atlántico como en el Pacífico.

Las formas y tipos de chile restantes reportados han sido evidentemente trasladados por los inmigrantes tanto del altiplano central de Guatemala, como los de la Costa Sur en años recientes, aunque existen formas como el chile Tabasqueño al que también se le llama Cuerudo, nombre que recibe en México, pudiera explicar su presencia por ser llevado a esa región por inmigrantes mexicanos.

Necesariamente para comprender el origen de cada uno de los materiales genéticos presentes en Petén, deben realizarse estudios antropológicos más profundos, que establezcan las características de la agricultura en las distintas épocas de desarrollo de las poblaciones oriundas así como las inmigrantes.

BIBLIOGRAFÍA

- AGAR-UND-HIDROTECNİK (ale) Asesoría y Promoción Económica S. A. (Gua). 1992. Plan de Desarrollo Integrado de Petén, Diagnóstico General de Petén, Guatemala. Vol. 1.

- AYALA, H. 2000. Agrotecnología para el cultivo de chile o ají. En Fundamentos de Agrotecnología de Cultivo de Plantas Medicinales Iberoamericanas. CYTED. Ciencia y Tecnología para el Desarrollo y CAB. Convenio Andrés Bello, Colombia, pp. 121-138.
- AZURDIA, C. *et al.* 1995. Caracterización de algunos cultivos nativos de Guatemala. International Board For Plant Genetic Resorurces (IBPGR), Facultad de Agronomía (FAUSAC), Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Guatemala. pp. 75-98
- BOLAÑOS, A. 1998. Introducción a la olericultura, Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José Costa Rica pp. 93-107.
- BUKASOV, S. 1981. Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia. Proyecto CATIE-GTZ de recursos genéticos. Turrialba, Costa Rica, 168 p.
- CRUZ, S. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal, Guatemala, 42 p.
- DEWITT, D; BOSLAD, P. 1994. The Pepper Garden. Ten Speed Press, Berkeley . California pp. 59-71.
- GENTRY, J.; STANDLEY, P. 1953. Flora of Guatemala. Chicago Natural History Museum, Fielding Botany. Vol 24, Part k, No. 1-2, 151 p.
- McLEOD, L. 1980. Early Evolution of Chili Peppers (*Capsicum*) in Economic Botany The Society for Economic Borany by The New York Botanical Garden. USA. P 361368.
- NATIONAL GEOGRAPHIC. 1975. Los Mayas. National Geographic Society, Washington DC. USA. Diciembre. 85 p.
- SOSA, J. 1970. Monografía del departamento de Petén, Guatemala, Editorial José de Pinada Ibarra, 355 p.

ELEMENTOS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE ZARZAPARRILLA (*SMILAX* SPP.) EN CONDICIONES DE BOSQUE

José Vicente Martínez Arévalo
Armando Cáceres Estrada



INTRODUCCIÓN

El género *Smilax* está representado en Guatemala por aproximadamente 13 especies, siendo su taxonomía incierta por ser difícil obtener especímenes representativos y por su naturaleza dioica. Así, se reconocen de uso medicinal principalmente a *S. lundellii*, *S. regelii* y *S. spinosa*; sin embargo, no han sido determinadas satisfactoriamente. Últimamente se ha determinado que la especie con la que se han realizado varios trabajos, pertenece a *S. domingensis* que al parecer forma un complejo con las tres especies mencionadas. Lo expresado anteriormente demuestra que las plantas conocidas popularmente como zarzaparrilla no se han trabajado profundamente para conocer su estatus taxonómico. Por otra parte, esta planta ha sido extraída del bosque desde hace siglos y como su parte útil es la raíz y rizoma la pone en un grado alto de vulnerabilidad tanto en la pérdida

de la variabilidad intraespecífica e interespecífica. Los estudios farmacológicos demuestran que es una planta con actividad antibacteriana y antifúngica por lo cual es útil para un gran espectro de enfermedades causadas por microorganismos. Esto implica que para cubrir la demanda potencial del mercado se debe tener cultivos o bien tecnología de manejo para evitar su extinción. Por esto varias instituciones nacionales e internacionales están interesadas en el estudio de su producción, la que debe tener como base su uso sostenible y su manejo en el bosque. En este documento se presentan algunos elementos para el manejo sostenible de la zarzaparrilla, producto de la observación y experiencia de varios años de trabajo con este grupo de especies, con el objetivo de transmitir los conocimientos adquiridos y despertar el interés por estudios más profundos y amplios.

CONOCIMIENTO DEL GÉNERO *SMILAX*

HISTORIA. El género *Smilax* tiene especies distribuidas tanto en el nuevo como en el viejo mundo. Estas últimas fueron muy usadas en la antigüedad principalmente para curar la sífilis; con el descubrimiento de América, a las especies de este continente se le atribuyeron propiedades similares y comenzó un comercio considerable hacia Europa que, incluso, fue motivo de disputas por los piratas en alta mar [Cáceres, 1996; Girón, 1998]. Su utilidad contra la sífilis ha quedado descartada, pero su popularidad para purificar la sangre aún se mantiene y los estudios recientes demuestran su actividad antiséptica y antioxidante.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL GÉNERO. De acuerdo con Huft [1994] el género *Smilax* comprende "Bejucos leñosos a veces herbáceos, dioicos, a menudo trepando por zarcillos pareados que nacen en la base expandida de los peciolos. Hojas alternas, 3-9 nervias desde la base o con el par interior saliendo un poco arriba de la base (triplinervia), las nervaduras secundarias generalmente reticuladas. Flores pequeñas, dispuestas en umbelas axilares (éstas a veces racemosas); pétalos libres, iguales; estambres 6, libres; ovario súpero; óvulo 1 ó 2 en cada lóculo; estaminodios presentes en las flores pistiladas. Baya globosa."

Huft [1994] y Potsch [1997] indican la problemática existente en el género en cuanto a su taxonomía, la que se atribuye a su naturaleza dioica y a la ausencia de una revisión taxonómica concluyente a causa de la falta de colecciones completas que incluyan especímenes pistilados y estaminados de la misma especie y la carencia de un trabajo intensivo de campo que permita verificar la plasticidad fenotípica de los taxa. Por otra parte muchos de los caracteres de la flor que han servido para diferenciar especies han demostrado ser inútiles. Todo esto dificulta llegar a determinar una especie satisfactoriamente.

Por otra parte, en las claves botánicas existentes para el género, se carece de información para las raíces y rizomas que son las partes usadas de la planta con fines medicinales y que se ha notado que pueden tener un peso importante en la separación de especies.

DIVERSIDAD DEL GÉNERO EN GUATEMALA. En Guatemala, de acuerdo con la *Flora de Guatemala* de Standley y Steyermark [1936] hay 13 especies, de ellas *S. lundellii*, *S. regelii* y *S. spinosa* son las que se indican con mayor frecuencia con algún uso

medicinal, estas especies se encuentran distribuidas principalmente en altitudes de 0-2,000 msnm. En los trabajos de recolección realizados en 1991-92 [Herrera, *et al.* 1994] no fue posible llevar a cabo la determinación de ninguna de las colectas realizadas desaprovechando la oportunidad de avanzar en este aspecto; se propagaron por semilla las poblaciones de Cerro Gordo, Santa Rosa y Campur, Cobán. De las plantas hijas de estas semillas, se sembró una porción en Samayac, Suchitepéquez, y de las muestras de herbario obtenidas, se ha podido establecer que se trata de *Smilax domingensis*, esto ha venido a ampliar el grupo de especies utilizadas en medicina y a poner en duda la determinación de otros especímenes colocados en alguna de las tres especies mencionadas al inicio.

CLAVE DEL GÉNERO *SMILAX* PARA GUATEMALA.

1. Plantas más o menos pubescentes, algunas veces glabras cuando maduras; pero con al menos pocos pelos persistentes en los peciolos, pedúnculos o pedicelso; siempre desprovistas de espinas.
 - 1.1. Ramas obtusamente cuadrangulares, glabras cuando maduras: 6 estaminodios en las flores pistiladas.
S. subpubescens.
 - 1.2. Ramas cilíndricas excepto las más bajas, usualmente abundantemente pilosas también cuando maduras.
 - 1.2.1. Tallos densamente lanoso-tomentoso; hojas densamente tomentosas abajo, triple nervada.
S. velutina.
 - 1.2.2. Tallos pilosos o subtomentosos, los pelos toscos y al menos parte de ellos esparcidos; hojas pubescentes con pelos largos y cortos, 7-nervadas, los nervios todos inician desde la base de las hojas.
S. mollis.
2. Plantas glabras en todas partes, a menudo provistas con espinas.
 - 2.1. Flores estaminadas 2.8 mm de largo o menos.

- 2.1.1. Hojas con venas conspicuamente reticuladas, membranosas o cartáceas o si corácea, pequeña, a menudo espinosa en las nervaduras de abajo; ramas anguladas y a menudo flexuosas.

S. spinosa.

- 2.1.2. Hojas con venas oscuras, coriáceas, largas, sin espinas, ramillas cilíndricas, erguidas.

- 2.1.2.1. Bayas globosas.

S. Lundellii.

- 2.1.2.2. Bayas elongadas, acutadas al final de cada una.

S. munda.

- 2.2. Flores estaminadas de 4 mm de longitud o más grandes.

- 2.2.1. Pedúnculos de los pistilos umbelados más cortos que los peciolo subtendidos, subcilíndricos.

S. lanceolata.

- 2.2.2. Pedúnculos de los pistilos umbelados más largos que los peciolo, casi siempre conspicuamente comprimidos.

- 2.2.2.1. Anteras más cortas que los filamentos; hojas sin espinas. Peciolo articulados a o por debajo de la mitad.

- 2.2.2.1.1. Ramillas cilíndricas o irregulares subanguladas. Hojas desecativas negruzcas

S. jalapensis.

- 2.2.2.1.2. Ramillas cuadrangulares.

- 2.2.2.1.2.1. Hojas desecativas negruzcas, 7-nervadas, las más grandes a menudo subcordadas en la base

S. jalapensis var. *Botterii.*

- 2.2.2.1.2.2. Hojas desecativas negruzcas verde pálido, 5 nervadas, nunca subcordadas en la base

S. Standleyi.

- 2.2.2.2. Anteras más grandes que los filamentos.

- 2.2.2.2.1. Tallos cilíndricos; peciolo articulado por debajo de la mitad de la porción libre; hojas acutadas en la base; sin espinas

S. panamensis.

- 2.2.2.2.2. Tallos agudos u obtusamente cuadrangulares, al menos los de abajo; peciolo articulado sobre la mitad de la porción libre;

hojas más bajas cordadas o de punta aguda en la base, a menudo aculeada.

2.2.2.2.2.1. Bayas rojas; tallos obtusamente cuadrangulares; subcilíndricos encima

S. aristolochiaefolia.

2.2.2.2.2.2. Bayas negras; tallos agudamente cuadrangulares en todas partes

S. Regellii.

DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES. Con base en la *Flora de Guatemala*, las 13 especies que se encuentran en el país se distribuyen así:

S. aristolochiaefolia Mill. Nombre común "escoca".

Se distribuye en Petén (Uaxactún); probablemente en Alta Verapaz. Llega hasta el sur de México y Belice.

S. jalapensis Schlecht. Se distribuye en bosques o matorrales húmedos o lluviosos, de 1,200 a 2,700 m; Alta Verapaz; Zacapa; Guatemala; Chimaltenango; Quiché; Huehuetenango; San Marcos; Sur de México.

S. lanceolata L. Nombres comunes "tietie", "china-root", "zarza", y "corona de Cristo". Crece en bosques o matorrales húmedos, desde cerca del nivel del mar hasta los 1,200 m; Alta Verapaz; Baja Verapaz; Izabal; Zacapa; Escuintla; Sacatepéquez. Se distribuye también en México, Belice, Honduras, El Salvador, Costa Rica y Panamá; y oeste de la India.

S. Lundellii Killip & Morton. Nombres comunes "zarza" y "diente de chucho". Crece en bosques o matorrales húmedos, desde el nivel del mar hasta los 1,300 m; Petén, Alta Verapaz, San Marcos. Se distribuye también en Belice.

- S. mollis* Humb. & Bonpl., ex Willd. Nombre común "pate". Crece en matorrales y bosques, desde el nivel del mar a cerca de los 3,000 m; Petén, Alta Verapaz; Izabal; Chiquimula; Chimaltenango; Quetzaltenango; San Marcos. Crece desde el sur de México a Panamá.
- S. munda* Killip & Morton. Crece en bosques a 75 msnm; Petén. También en Belice.
- S. panamensis* Morong. Crece en Baja Verapaz. Se distribuye también en Honduras; Costa Rica y Panamá.
- S. papyraceae* Duham. Consignada para el volcán de Fuego.
- S. Regelii* Killip & Morton. Nombres comunes: "zarza", "zarzaparrilla" y "bejuco corona". Crece entre matorrales o bosques, desde el nivel del mar hasta los 1,500m o más; Petén; Izabal; Jalapa; Santa Rosa; Chimaltenango; Quetzaltenango; San Marcos. También en Belice y Honduras.
- S. spinosa* Mill. Nombres comunes: "madre de zarzaparrilla", "zarza", "zarzaparrilla macho", y "bejuco de la vida". Crece en matorrales o bosques húmedos o lluviosos, desde el nivel del mar a cerca de los 2,800 m, más abundante en bajas elevaciones; Petén; Alta Verapaz; Izabal; Zacapa; Jutiapa; Santa Rosa; Guatemala; Suchitepéquez; Retalhuleu; Quetzaltenango; Huehuetenango. Se distribuye desde México hasta Belice y Panamá.
- S. Standleyi* Killip & Morton. Crece en bosques y matorrales húmedos, de 200 a 1,800 msnm. Alta Verapaz; Chimaltenango; Suchitepéquez; Quetzaltenango; Huehuetenango. También en las tierras bajas del Pacífico de Costa Rica (Guanacaste).

- S. subpubescens* A. D.C. Crece en matorrales o bosques húmedos, de 1,500 a 2,500 msnm; Alta Verapaz; Zacapa; El Progreso; Chimaltenango; Suchitepéquez; Quiché; Huehuetenango; Quetzaltenango; San Marcos. Desde el sur de México. Honduras hasta Costa Rica.
- S. velutina* Killip & Monton. Crece en bosques y matorrales húmedos, algunas veces en bosques de pino, desde el nivel del mar a cerca de los 1,500 m; Alta Verapaz; Izabal; San Marcos; Huehuetenango. También en Chiapas y Belice.

En los años 1991 a 1992 se realizó una exploración y recolección del género Smilax a nivel nacional. De este trabajo se obtuvieron 17 recolectas de diferentes especies.

En los años 1991 a 1992 se realizó una exploración y recolección del género *Smilax* a nivel nacional. De este trabajo se obtuvieron 17 recolectas de diferentes especies. Durante la recolección se notó que era relativamente difícil localizar lugares donde se encontrarán plantas de zarzaparrilla. En la entrevista con las personas del lugar, se dejó entrever la gran erosión genética que existe en este género, pues es una planta que ha sido utilizada para medicina desde tiempos de la colonia a base de extractivismo y porque la parte utilizable son las raíces y rizomas, por lo que cuando se aprovecha la planta es cortada completamente. Adicionalmente los bosques donde crecen son utilizados de una manera irracional, por lo que en varias localidades donde se recolectó, la vegetación es secundaria en estados tempranos de sucesión e incluso se ha encontrado especies de *Smilax* creciendo en matorrales. En algunas localidades se hizo una estimación de su densidad y se encontró que es de 3 a 10 plantas por hectárea, y esto puede ser prueba de lo apuntado anteriormente, ya que los pobladores de los lugares mencionan que la cantidad de plantas existentes antes era mayor que el actual. Por otra

Cuadro 1
RECOLECTAS DE SMILAX SPP. EN GUATEMALA (1991-1992)

No.	Nombre común	Localidad	Altitud msnm	Zona de vida
1	Zarzaparrilla	Cerro Gordo, Santa Rosa	1,100	Bosque húmedo Subtropical templado
2	Zarzaparrilla	El Palmar, Santa Rosa	1,900	Bosque húmedo Subtropical templado
3	Curlo	San José Pinula, Guatemala	1,700	Bosque húmedo Subtropical templado
4	-----	Mataquesuintla, Jalapa	2,000	Bosque húmedo montano bajo Subtropical
5	Corona de cristo	Alotenango, Sacatepéquez	1,300	Bosque muy húmedo Subtropical cálido
6	Zarzaparrilla	Acatenango, Sacatepéquez	2,000	Bosque muy húmedo Montano bajo Subtropical
7	Diente de chucho	Campur, Alta Verapaz	900	Bosque muy húmedo Subtropical cálido
8	Uña de gato	Campur, Alta Verapaz	900	Bosque muy húmedo Subtropical cálido
9	Palo de la vida	Patulul, Suchitepéquez	900	Bosque muy húmedo Subtropical cálido
10	Palo de la vida	Santa Bárbara, Suchitepéquez	900	Bosque muy húmedo Subtropical cálido
11	Uña de gato	San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez	1,800	Bosque muy húmedo Subtropical cálido
12	Bejuco de la vida	San Martín Chiquito, Quetzaltenango	2,000	Bosque muy húmedo Subtropical cálido
13	Zarzaparrilla	La Reforma, San Marcos	1,110	Bosque muy húmedo Subtropical cálido
14	Zarzaparrilla	Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá	2,600	Bosque muy húmedo Montano bajo Subtropical
15	Sinaca	Erivón, Río Dulce, Izabal	20	Bosque muy húmedo Tropical
16	Coculmea roja	San Miguel Palotada, Petén	200	Bosque húmedo Subtropical cálido
17	Coculmea roja	Uaxactún, Petén	185	Bosque húmedo Subtropical cálido

parte, se notó que existe una baja o nula repoblación natural. En el Cuadro 1, se presenta la información de los sitios de recolección, con base en el informe de Herrera *et al.* [1993]; desafortunadamente se tuvo problemas con la determinación de las muestras de herbario por lo cual sólo se presenta el nombre común.

USOS POPULARES. De acuerdo con Cáceres [1996], el cocimiento del rizoma es de uso medicinal, por vía oral para tratamiento de anemia, afecciones gastrointestinales, hinchazón, malaria, dolor de riñones, enfermedades de la sangre y venéreas, hepatitis, reumatismo y tumores. La decocción se aplica tópicamente para tratar diversas afecciones dermatomucosas, tanto infecciosas como inflamatorias.

COMPOSICIÓN QUÍMICA E INDICACIONES TERAPÉUTICAS. Los estudios realizados en *S. lundellii* indican la presencia de alcaloides, aceite esencial, esteroides insaturados, glicósidos esteroidales (saponinas, cardonólidos, bufadienólicos), flavonoides, leucoantocianinas, taninos, polifenoles, resinas, azúcares y grasas. Se han aislado agliconas esteroidales (parillina, sarsasapogenina, smilagenina), b-sitosterol, stigmasterol y ácido sarsápico; otros constituyentes son polinastanina, ácido paroapárico, resinas, ácidos grasos y sales minerales [Cáceres, 1996].

En los estudios experimentales realizados se ha determinado la efectividad de la tintura de raíz de *S. lundellii* y *S. regelii* contra diferentes patógenos bacterianos y fúngicos.

Ensayos clínicos han demostrado la efectividad de *S. lundellii* contra vaginitis por *Candida albicans* y el efecto de una crema con base en tintura de *S. lundellii* contra el pie de atleta.

En los estudios experimentales realizados se ha determinado la efectividad de la tintura de raíz de S. lundellii y S. regelii contra diferentes patógenos bacterianos y fúngicos.

Por su actividad antirreumática, antiinflamatoria y diurética está indicado su uso oral en el tratamiento de artritis reumatoide, reumatismo crónico, lepra y disuria, en decocción o extracto alcohólico. Por su actividad antifúngica, antiprurítica, cicatrizal y desinfectante se recomienda su uso tópico en el tratamiento de psoriasis, eczema, tinea y otras afecciones de la piel en forma de tintura, ungüento o pomada.

TRABAJOS AGRONÓMICOS REALIZADOS. Durante los años 1991 a 1993 en Guatemala, se realizaron trabajos agronómicos en materiales de procedencia conocida. Estuvieron encaminados a conocer la forma de propagación y consistieron en probar la forma sexual (semilla) y la asexual (esquejes y porciones de rizoma). En el caso de semilla se determinó la necesidad de fermentar la semilla, y se estimó el tiempo adecuado para este proceso, se logró determinar que el tiempo promedio es de 14 días, colocadas únicamente en agua. Luego esta semilla se sometió a pruebas de germinación bajo diferentes sustratos, encontrándose que el porcentaje de germinación es relativamente bajo de 20-40% necesitándose 110 para alcanzar los mismos, el sustrato que mejor resultado dio fue la broza, que asemeja mucho las condiciones naturales del bosque. Estos resultados indican que la reproducción por semilla bajo condiciones controladas tiene un porcentaje de germinación bajo y en un tiempo relativamente largo. En relación con la propagación asexual por medio de esquejes no se obtuvieron resultados promisorios y para el caso de propagación por rizoma se obtiene un alto porcentaje de enraizamiento pero el rendimiento de nuevas plantas es bajo, siendo adecuado únicamente en el caso de querer

preservar un material muy valioso [Herrera *et al.*, 1993]. En Costa Rica se han realizado trabajos similares [Ocampo, 1998] y en general se puede decir que un factor importante para la propagación de *Smilax* es el manejo del sustrato y ambiente de reproducción y cuando esto no es bien controlado los resultados son inconsistentes.

CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA Y FENOLOGÍA DE ZARZAPARRILLA

Las plantas de zarzaparrilla son lianas trepadoras, que pueden alcanzar hasta 30 m de largo, pudiendo treparse en los árboles hasta 20 ó 25 m y extendiendo su ramificación sobre el dosel de los árboles.

HÁBITO DE CRECIMIENTO. Las plantas de zarzaparrilla son lianas trepadoras, que pueden alcanzar hasta 30 m de largo, pudiendo treparse en los árboles hasta 20 ó 25 m y extendiendo su ramificación sobre el dosel de los árboles. Durante los primeros años es una planta pequeña, que alcanza de 2 a 3 m de alto, cada cierto tiempo va produciendo nuevos brotes a lo largo del rizoma y cuando hay una buena cantidad de energía almacenada y ha encontrado la vía para llegar al dosel de los árboles, produce brotes en forma de turiones. Los que tienen una velocidad de crecimiento inicial bastante rápida que va de 5 cm/día al inicio a 2 cm/día a los 70 días, a esta fecha alcanza aproximadamente 10 m de alto; tienen la característica que al inicio no producen hojas únicamente zarcillos que nacen de la base de una bráctea grande, éstos alcanzan hasta 30 cm y le sirven para ayudarse a trepar sobre el árbol tutor, al llegar a la altura donde hay claridad comienza a producir ramas y hojas.

FLORACIÓN. La floración se produce en las ramas más altas, en las cuales, incluso el tamaño y consistencia de las hojas es diferente a las de los estratos bajos.

Por este motivo cuando se realizan colectas en el campo y se pregunta a los campesinos, la mayoría indica que no conoce la flor de estas plantas, esto puede ser por lo indicado anteriormente y a que las flores son pequeñas y de color blancocremoso por lo que no son muy llamativas. La época de floración es relativamente larga, se inicia a mediados de abril y se prolonga hasta septiembre. Como se trata de especies díocicas, las plantas masculinas se observa que producen mayor cantidad de flor, éstas caen después de la antesis. Tanto las flores masculinas como las femeninas tienen un olor agradable parecido al azahar. En las inflorescencias femeninas hay de 9-12 flores/inflorescencia, hay aborto de algunas y al final se observan de 4-5 frutos [Martínez *et al.* 1999].

FRUTO Y SEMILLA. El fruto es globoso de color rojo o rojo oscuro cuando está completamente maduro. De datos aproximados, se puede calcular que para su desarrollo completo necesita 4-5 meses, razón por lo que es más frecuente encontrar frutos maduros de noviembre a enero; cada fruto contiene dos semillas recubiertas por mucílago y una capa delgada.

RIZOMA. La parte útil de la zarzaparrilla son las partes subterráneas, con base en esto se reconocen dos grupos principales de plantas: aquellas que producen raíces abundantes, por ejemplo *S. chiriquensis* y las que producen un rizoma bastante grande y pocas raíces por ejemplo *S. domingensis*. En Guatemala, las de mayor demanda son las de rizoma, aunque se usan los tallos gruesos de plantas adultas. El desarrollo del rizoma depende de la textura y pedre-

La parte útil de la zarzaparrilla son las partes subterráneas, con base en esto se reconocen dos grupos principales de plantas.

gosisidad del suelo donde crezca, generalmente tiene una forma alargada irregular.

EL BOSQUE COMO FUENTE DE RIQUEZA MEDICINAL

Los bosques y en especial los bosques tropicales lluviosos tienen una alta diversidad de especies maderables y no maderables, que a causa de la pérdida acelerada que están sufriendo, muchas de esas especies, incluso algunas que nunca se conocieron, están desapareciendo. Por otro lado, varias especies entre ellas las medicinales que crecen en bosque son extraídas en forma irracional poniendo en peligro su existencia, tal es el caso de la zarzaparrilla.

De acuerdo con las categorías establecidas por la WWE, UICN & SICA para la evaluación de los grados de peligro de las especies [Ocampo, 1999] la zarzaparrilla se puede catalogar en el grado de especie en "peligro" a "vulnerable".

La mejor manera de procurarse el material vegetal que se necesita con fines médicos es cultivar plantas. El cultivo es preferible, con mucho, a la recolección del material en la naturaleza, ya que no merma las poblaciones silvestres; en muchos casos, los empobrecidos hábitat de plantas autóctonas son ya incapaces de abastecer el creciente mercado de productos fitomedicinales. En el caso de ciertas plantas raras, amenazadas o explotadas en exceso, el cultivo constituye la única solución para obtener el material necesario sin poner en mayor peligro la supervivencia de estas especies [UICN, 1993]. Esto es de mayor urgencia en aquellas especies de bosque, pues por una parte cuando se hace el aprovechamiento de especies forestales se dejan por un lado, sin aprovecharlas y por otra parte, la pérdida del área boscosa las hace vulnerables y las pone en riesgo de extinción. De acuerdo con las categorías establecidas por la WWE, UICN & SICA para la evaluación de los grados de peligro

de las especies [Ocampo, 1999] la zarzaparrilla se puede catalogar en el grado de especie en "peligro" a "vulnerable".¹

La mejor medida de conservación es velar por que las poblaciones de plantas y animales sigan desarrollándose, evolucionando en el medio silvestre, esto es en sus hábitat naturales. Esta conservación *in situ* puede conseguirse por dos procedimientos: creando áreas protegidas o procurando que el mayor número posible de especies silvestres puedan seguir sobreviviendo en hábitat manejados, tales como campos de cultivo y bosques de repoblación. En el caso de la zarzaparrilla la repoblación de bosques parece ser una buena alternativa. Por otra parte se debe reglamentar sobre la explotación de plantas, que como la zarzaparrilla, ya son escasas en el bosque y pueden desaparecer. En la reglamentación hay que tener en cuenta qué parte de la planta se utiliza y qué capacidad tiene ésta para regenerarse más tarde. La recogida de frutos, flores y hojas suele tener pocas consecuencias, pero la de raíces y corteza, e incluso de la planta entera puede ser mucho más peligrosa. También habrá que tomar en consideración las prácticas de recolección y exigir un sello que garantice que la especie es cultivada o manejada sostenible y sustentablemente.

La sustentabilidad debe ser el principio rector para cuantos hacen uso de la naturaleza y de los

¹ Peligro: un taxón está en peligro cuando no está en peligro crítico pero está enfrentando un muy alto riesgo de extinción en estado silvestre en el futuro cercano. Vulnerable: un taxón es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro, pero enfrenta un alto riesgo de extinción en estado silvestre a mediano plazo.

productos naturales. Solamente el desarrollo sostenible es un desarrollo genuino. Si al recoger una planta medicinal se reduce la población silvestre, la repetición de ese acto vulnerará inevitablemente los derechos de las generaciones futuras.

CONSIDERACIONES PARA EL MANEJO DE *SMILAX* EN EL BOSQUE

La propuesta que se presenta está basada en las observaciones de campo en poblaciones naturales y la experiencia en el manejo de plantas de *Smilax domingensis* en la ecoparcela "El Cacaotal", Samayac, Suchitepéquez. Esto puede servir como inicio de la investigación de un grupo de especies de mucho interés, y a la vez, despertar la inquietud de otros investigadores para validar en el futuro, con más trabajos de campo en diferentes regiones, los conceptos aquí vertidos.

MANEJO DE LA REGENERACIÓN NATURAL. Cada año las plantas producen una gran cantidad de frutos y aún se desconoce acertadamente su forma de dispersión natural, sin embargo, de los que caen al suelo, se produce una buena cantidad de plántulas en la siguiente estación lluviosa (40-100 plántulas/m²), a causa del crecimiento lento de estas especies, crecen muy poco durante el primer año (10 cm aproximadamente); si las condiciones en el suelo se tornan muy secas al finalizar la época lluviosa, el follaje se muere y pareciera que toda la planta también, sin embargo, como producen tallos modificados en forma de rizoma, éstos se mantienen para la siguiente temporada, donde nuevamente vuelven a producir

follaje, pero por muchas causas dentro de las que se pueden mencionar la falta de un árbol cercano para poder treparse, el exceso de sombra y daños, muchas de las plántulas morirán y de las que quedan unas pocas llegan a crecer para expresar la forma característica de la especie, las demás se mantienen en el sotobosque esperando la oportunidad de desarrollarse y teniendo un ritmo de crecimiento anual bastante lento, a tal extremo que se ha calculado que plantas de 4-5 años únicamente tienen un metro de altura y un rizoma pequeño.

Por lo tanto, una de las formas de facilitar el desarrollo adecuado de las plantas es recolectar las plántulas del bosque, llevarlas a un almácigo, donde pueden mantenerse al menos durante un año bajo cuidados constantes y luego volverlas al bosque, pero esta vez sembrándolas cerca de árboles para facilitar que se trepen y dando un manejo al área del suelo donde se siembran. A este respecto se ha tenido una experiencia en Cerro Gordo, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa, donde se obtuvo con éxito un pegue del 90% de las plántulas obtenidas de un bosque local cuyas edades oscilaban entre 1-5 años. Aún no se tienen datos de como responderán al regresarlas al bosque pues aún están en la fase de almácigo.

MANEJO DE PLANTACIONES NATURALES Y/O SIEMBRAS EN EL BOSQUE. Para el manejo de plantas de zarzaparrilla hay que tomar en consideración varios factores importantes como: el manejo del porcentaje de sombra, tutores y plateo.

A pesar que la zarzaparrilla es una especie de bosque, se ha podido observar que las plantas que están sometidas a un exceso de sombra no logran prosperar. Además se ha notado que con una sombra

Para el manejo de plantas de zarzaparrilla hay que tomar en consideración varios factores importantes como: el manejo del porcentaje de sombra, tutores y plateo.

entre 60-70% hay una mejor respuesta pues las guías tienden a buscar la luz, lo cual se hace más fácil cuando la luz penetra por diferentes ángulos.

Cuando las plantas están pequeñas necesitan de alguna ayuda para que las guías puedan treparse al árbol tutor y poder disponer de mayor cantidad de luz para realizar su fotosíntesis, luego de unos dos o tres años la planta logra almacenar suficiente reserva en sus tallos subterráneos y entonces emite "chupones" que son tallos vigorosos que tienen una velocidad de crecimiento sorprendente.

Cuando logran llegar a donde se encuentra suficiente luz, empiezan su desarrollo como una guía normal y son éstas precisamente las que se desarrollan sobre los árboles. En tal sentido, el manejo consiste en facilitar este proceso a las plantas, con lo cual la acumulación de reservas en los rizomas puede darse más rápidamente. Con base en las experiencias obtenidas en "El Cacaotal", en 7 años, se puede estar cosechando un rizoma comercial (23 kg aproximadamente), en contraposición a plantas de la misma edad sin ningún manejo únicamente producen rizomas pequeños (100-300 g).

Con lo mencionado anteriormente se puede tener una idea general que lo necesario es manejar las poblaciones naturales y las repoblaciones que puedan hacerse. En primer lugar, cuando se hace una repoblación se debe escoger un árbol tutor que permita un adecuado desarrollo de la zarzaparrilla, alrededor de un árbol se pueden sembrar 2-3 plantas, pero previamente se debe hacer una preparación del área consistente en picar adecuadamente el suelo y aplicar materia orgánica. En segundo lugar deben manejarse los tutores, facilitando que las plantas encuentren fácilmente el lugar por donde desarrollar sus guías.

A lo largo de los años se debe mantener el manejo adecuado del plateo.

COSECHA. El mayor problema que enfrentan las poblaciones de zarzaparrilla para su conservación, es que la parte aprovechable son las raíces y/o rizomas. Por ello, la forma de cosechar las plantas guarda una relación directa con su mantenimiento y conservación. Se propone que cuando se realice la cosecha se debe desenterrar el rizoma y cortar la parte más leñosa, que es la que ya produjo brotes en años anteriores, y dejar la parte activa del rizoma, es decir, la que tiene tallos en el momento de la cosecha.

El mayor problema que enfrentan las poblaciones de zarzaparrilla para su conservación, es que la parte aprovechable son las raíces y/o rizomas.

BIBLIOGRAFÍA

- CÁCERES, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala Editorial Universitaria, Guatemala. p. 373-376.
- GIRÓN, L. 1998. Aprovechamiento industrial de *Smilax*. La experiencia en Guatemala. En: Robles, G & Villalobos, R. Plantas medicinales del género *Smilax* en Centroamérica. Reuniones Técnicas No. 2. CATIE-CYTED-RIPROFITO. Turrialba, Costa Rica. p. 157-160.
- HUFT, M.J. 1997. *Smilacaceae*. En: Davidse, G.; Sousa, M. & Chater, Flora mesoamericana. Vol. 6 Universidad Nacional Autónoma de México, Missouri Botanical Garden y The Natural History Museum. México p. 20-25.
- HERRERA, M., PERLA, H. & MORENO, P. 1994. Desarrollo agrotecnológico de cinco espacios medicinales silvestres con potencial de exportación. AGEXPRONT-FAUSAC-USAID. p. 23-36.

- IUCN. 1993. Directrices sobre conservación de plantas medicinales. Organización Mundial de la Salud, Unión Mundial para la Naturaleza y Fondo Mundial para la Naturaleza. Gland, Suiza. 55 p.
- MARTÍNEZ, V. 1998. Distribución de las especies *Smilax* en Guatemala. En: Robles, G. & Villalobos, R. Plantas medicinales del género *Smilax* en Centroamérica. Reuniones Técnicas No. 2. CATIE-CYPED-RIPROFITO. Turrialba, Costa Rica. p. 87-91.
- _____; DÍAZ, A.; GIRÓN, L. & C. CÁCERES. 1999. Descripción y caracterización morfológica de poblaciones *Smilax* en tres localidades de Guatemala. Pautas para su conservación y manejo. Memoria de Resúmenes de la XLV Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala, 12 al 15 de abril de 1999. Guatemala. p. 78.
- OCAMPO, R. & ROBLES, X. 1999. Estado de la conservación de las plantas TRAMIL incluidas en la farmacopea vegetal caribeña. San José, Costa Rica. 46 p.
- POSTCHA, R.H. 1997. Revisao das especies brasileiras do *Smilax* Linnaeus (Smilacaceae). Pesquisas. Botânica No. 47. Instituto Anchietano de Pesquisas. Río Grande do Sul, Brasil. pp. 4-24.
- STANDLEY, P. C. & STEYERMARK, J.A. 1972. Flora of Guatemala Fieldiana: Botany 24[3]: 92.

ESTUDIO DE FACTORES QUE DETERMINAN LA POBLACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL MANGLE COMPRENDIDO ENTRE PUERTO VIEJO (IZTAPA) Y ZUNZO (TAXISCO)*

Marco Vinicio Morales de la Cruz



RESUMEN

Esta investigación provee de información básica, necesaria para las estrategias de preservación del manglar. Se estudiaron condiciones naturales, especialmente de agua y suelo, que expresan la situación de la cobertura de mangle para 1999.

Se realizaron tres fases de gabinete, dos de campo y una de laboratorio. Se hizo un análisis de salinidad de cuerpos de agua y de agua intersticial y un análisis fisicoquímico para suelo. Con el apoyo de SIG, se generaron mapas escala 1:60,000 (Fisiografía, Hidrografía, Uso de la tierra 1999, Unidades clase de mangle, Unidades de muestreo, Cobertura de mangle de 1954, 1985 y 1999).

La salinidad se incrementa conforme disminuyen la precipitación y los caudales. La superficie de manglar de

(*) Investigación realizada con el apoyo financiero del Proyecto Manglares (INAB/UICN/UE).

Presentada en el I Taller Nacional "Conservación y Manejo de Humedales en Guatemala" y en el curso "Ecología y Manejo de Manglares".

1999 es de 854.54 hectáreas, de las que el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) ocupa la mayor extensión. El mangle rojo (*Rhizophora mangle*) se ubica en la zona con más dinámica hídrica por mareas. En el análisis de características fisicoquímicas del suelo del manglar destacan: la salinidad intersticial, textura, relación carbono/nitrógeno, materia orgánica y CIC.

Para el período de 1954 a 1999 se produjo la pérdida de 737.46 hectáreas de mangle, a causa del avance de frontera agropecuaria, industria camaronera y uso extractivo de madera.

INTRODUCCIÓN

Al entrar en contacto con el término "mangle", generalmente se piensa en costas de océanos, sitios inundados, inhóspitos, de difícil acceso. Sin embargo suele desconocerse la riqueza de este ecosistema en su papel de prevención de contaminación, estabilización de zona costera, fuente de recursos pesqueros, de ecoturismo, producción de madera... El mangle ha sido aprovechado desde hace mucho tiempo, por comunidades costeras. Al crecer la civilización ha aumentado el uso de áreas costeras tropicales del mundo, con fines de expansión urbanística, industrial y turística. Así, el manglar, pese a sus múltiples funciones ecológicas y socioeconómicas, es un ecosistema que corre peligro.

En Centroamérica, según Jiménez, la explotación del recurso es especialmente marcada en el litoral del Pacífico. En zonas de mangle del Pacífico guatemalteco personas de comunidades aledañas utilizan el recurso (sin técnica ni control alguno) para satisfacer las necesidades de construcción, leña, usos agrícolas, industriales o en el avance de la frontera agropecuaria. Tal problemática debe afrontarse (como señalan FAO y Jiménez) con estrategias de manejo,

basadas en criterios surgidos del conocimiento integral del ecosistema.

De mucho interés local, y además de un gran potencial nacional, es el manglar de la zona comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa), claro ejemplo de la explotación del recurso en el país (alta extracción del recurso y demanda para turismo y recreación). Por ello en la presente investigación se aporta información cuantitativa y cualitativa (la situación actual del manglar, las condiciones naturales de influencia sobre el mismo —especialmente hidrológicas y edáficas— y el comportamiento de la cobertura a través del tiempo), como base del establecimiento de estrategias de preservación y manejo del recurso y para sentar un precedente para futuras actividades a favor de la conservación del mangle.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Definición de los manglares

Existen muchos textos que proporcionan la definición del término mangle. Estas formaciones vegetales han sido descritas de diversas formas como "terrenos costeros arbolados", "bosques de marismas" y "manglar" (FAO). El término *mangle*, dice Dawes, deriva de una combinación de la palabra portuguesa árbol ("mangue") y la palabra inglesa utilizada para referirse a una zona de árboles ("arboleda"); así, dicho término es ecológico y se utiliza para incluir los arbustos y árboles (dicotiledóneas y monocotiledóneas) que viven en las zonas intermareal y submareal somera de las marismas de marea tropicales y subtropicales.

2. Ecología de los manglares

De las condiciones ecológicas de un área para el mejor desarrollo del mangle Marín Meléndez indica las siguientes: temperaturas cálidas, sustratos aluviales, resguardo del oleaje y fuertes marejadas, presencia de agua salada, gran amplitud de marea y alta precipitación y escorrentía.

Añade FAO que para el desarrollo óptimo, los manglares requieren la influencia de agua dulce y un flujo de marea adecuado, y que, por ello, las mejores masas están situadas a lo largo de los cursos de agua.

2.1 CLIMA

TEMPERATURA. Pannier y Fraino indican que para el desarrollo amplio de los bosques de mangle, las temperaturas promedio de los meses más fríos serían mayores de los 20°C y el límite estacional de temperatura no excedería de los 5°C.

VIENTOS Y TORMENTAS. Cintrón y Schaeffer señalan que los manglares son particularmente vulnerables a las tormentas de mar, por su situación expuesta, su sistema radical poco profundo, y la pobre cohesión de la mayoría de suelos de manglar.

PRECIPITACIONES. FAO indica que la precipitación tiene su influencia en el manglar en la medida en que regula la salinidad en la zona intermareal, y que dado el papel de la precipitación sobre el bosque de mangle, la distribución de este fenómeno en el tiempo es de gran significancia. Asimismo, la alteración de las tierras altas puede afectar a aquellos manglares que requieren la recarga de agua dulce, al afectar el ciclo hidrológico.

FACTORES EDÁFICOS. Según Morales Calderón, la existencia o ausencia del manglar en una determinada localidad depende principalmente de las condiciones edáficas locales; así, las condiciones extremas no permiten el desarrollo de plantas, con excepción de aquellas que disponen de adaptaciones verdaderamente ingeniosas y defensas específicas, las cuales les hacen posible sobrevivir y prosperar en medio tan hostil.

1) **HIDROLOGÍA.** Sánchez Peña, acerca del papel del agua dulce sobre el manglar, señala las siguientes funciones: como disolvente del agua salada; en la modificación de la temperatura del agua; como vehículo de los principales nutrientes y de eliminación de desperdicios metabólicos; como moderador de las reacciones en agua salada dependientes de la concentración; en el aporte de sedimentos a los estuarios en función de la precipitación, el drenaje y la topografía. Además, señala Sánchez Peña que en los ecosistemas de manglares, el aporte de agua dulce, de manera similar a la salinidad, ha sido uno de los aspectos más estudiados, lo cual confirma la estrecha relación existente entre ambos aspectos.

Mangle rojo (Rhizophora mangle): como señala Chapman, esta especie crece bajo la influencia de agua salada o salobre, y en áreas protegidas de corrientes oceánicas pero asociadas a abundante flujo de agua dulce y precipitaciones, aunque también ha sido observada en área con o sin flujo de agua dulce.

Mangle blanco (Laguncularia racemosa): Dawes y Jiménez señalan que la presencia de esta especie está ligada a áreas en donde las inundaciones son menos frecuentes e intensas, debido a que esta especie no tolera largos períodos de inundación. *Laguncularia*

racemosa crece en una gran variedad de condiciones. Se encuentra en el borde interno de los manglares, en suelos elevados, donde las inundaciones por marea son menos frecuentes e intensas; también donde las inundaciones por marea son limitadas.

Mangle negro (Avicennia germinans): esta especie, además de crecer en áreas de marea con agua salobre o salada, también crece en las porciones del manglar en que existe el flujo de agua; es poco frecuente, es decir, justo al margen de la parte interna y en bosques riverinos. Cuando se da inundación para esta especie, se caracteriza porque es sólo de pocos centímetros de agua estancada o es una inundación que se da pocas veces a lo largo del año.

II) MAREAS Y CORRIENTES: Las mareas son importantes en el desarrollo del manglar por funciones como las siguientes: a) aporte de nutrientes al sistema y a su vez actúa en el transporte y reciclaje de éstos hacia aguas abajo, a los sistemas estuarinos; b) transporte de oxígeno disuelto en el agua, a los sistemas radicales de los vegetales; c) extracción del dióxido de carbono acumulado, los desechos sulfurosos tóxicos; d) colabora en la dispersión, distribución y establecimiento con éxito de los propágulos; e) reduce el contenido de sal del agua presente en el suelo, manteniendo sus niveles de sal; f) regula la distribución de materia orgánica.

III) SALINIDAD. De acuerdo con Guevara *et al.* la salinidad del agua en el suelo ha sido reconocida desde hace mucho tiempo como un factor importante en la regulación del crecimiento, la altura, la supervivencia y la zonación de los manglares. FAO dice que la

zonificación de las especies está influida en parte por la salinidad, aunque la importancia de su influencia depende de factores locales, climático y edáficos; además indica que la eficacia con que cada especie afronta las fuertes salinidades del suelo, determina en gran medida su situación en la zona intermareal.

IV) **SUELO.** En términos generales, las especies de manglares presentan una amplia tolerancia a diversas condiciones de suelos. Sánchez Peña dice que dichas condiciones varían desde suelos con mucha arena, suelos arcillosos, compactos, azulosos y con poca materia orgánica, hasta suelos de tierra firme, caracterizados por ser negros, friables, con granos de cuarzo y de alto contenido de materia orgánica. El desarrollo óptimo de manglares se da en suelos profundos y bien aireados, ricos en materia orgánica, con poca arena y bajas salinidades.

FAO indica que las características del suelo como morfología, profundidad, aireación, textura y un buen contenido de materia orgánica destacan en la determinación de la extensión de los manglares hacia el interior.

Mangle rojo (*Rhizophora mangle*): según Jiménez tiene un buen crecimiento en suelos profundos. Responde fuertemente a cambios en microtopografía y a cambios en factores como el nivel de inundación, el drenaje y salinidad del suelo. El mejor crecimiento de esta especie se ha observado donde el agua siempre está en movimiento, y en suelos con un alto grado de saturación de agua y alta frecuencia e intensidad de inundaciones por marea. Para Cintrón y Schaeffer un valor de 10‰ de salinidad intersticial del suelo es un valor óptimo para el buen desarrollo y crecimen-

to de *Rhizophora sp.* Guevara *et al.* señalan que para *Rhizophora spp.* el valor de salinidad intersticial óptima es de $39 \pm 1.3\%$, tolerando un máximo de 60 a 65%.

Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*): Jiménez señala que se le ha encontrado en un amplio rango de condiciones de suelo, desde suelos arenosos a depósitos de sedimentos o arcilla. Ha sido observado en barro suelto enriquecido con detritos orgánicos y sobre turbas fibrosas con un poco de arcillas oxidadas (turbas de hasta 70 cm de profundidad).

Mangle negro (*Avicennia germinans*): los suelos donde se desarrolla son de tipo arenosos, sedimentarios o arcillosos (regularmente se encuentran arcillas fuertemente oxidadas o con concentraciones significantes de pirita). Los contenidos de materia orgánica en el suelo van de 2 a 25% con un extremo de hasta 58%. Se le encuentra usualmente en áreas bajas, tierra adentro del borde del bosque de mangle y/o en áreas ligeramente elevadas, donde la inundación por marea es menos frecuente.

3. Clasificación de las comunidades de mangle

Aun cuando se ha dicho que la vegetación refleja directamente todos los factores que ejercen influencia sobre determinado sitio, parece que hay tantos factores que miles de combinaciones de éstos se hacen posibles y pueden surgir muchas imágenes diferentes.

3.1 CLASIFICACIÓN SEGÚN FAO, 1994

FAO indica que para la división del área de comunidades forestales, se utilizan los nombres de

las especies arbóreas predominantes de la comunidad, para clasificar los bosques en *tipos forestales*.

Como señala FAO, esta clasificación se puede lograr con éxito utilizando fotografía aérea de escala media (1:10000–1:30000) en combinación con comprobaciones de campo limitadas, para identificar los tipos de vegetación y evaluar sus características gráficas; a esto, añade que en regiones en que hay pocas especies de árboles forestales, las fotografías aéreas en blanco y negro pueden resultar satisfactorias y que en la descripción de la composición del bosque, se pueden utilizar los géneros cuando no sea posible distinguir las especies individuales del manglar. El uso de la fotografía aérea en zonas de mangle, como han demostrado diversos autores (Benessalah, Jiménez, FAO), es un precedente para la validación de la metodología de clasificación propuesta por FAO, 1994.

3.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN JIMÉNEZ, 1994

Jiménez, en 1994, propone simplificar el análisis de las variaciones estructurales y funcionales observadas en el componente vegetal de los manglares, a través de la diferenciación de dos zonas típicas en un área de manglar: a) una zona externa; y b) una zona interna. La **zona externa** incluye áreas expuestas directamente al cuerpo de agua estuarina y áreas expuestas a los canales y márgenes de los ríos asociados. La **zona interna** es aquella alejada de los cuerpos de agua, ya sean estuarinos o riverinos, en donde la inundación por mareas es periódica o estacional y el balance hídrico del sitio está dominado por los patrones de precipitación, evapotranspiración y escorrentía de la región.

4. Uso del mangle

Según Jiménez en la época actual el uso del manglar puede catalogarse como extractivo o sustitutivo (cambio del uso de la tierra). Las actividades relacionadas con el uso extractivo han sido muy intensas en toda la región pacífica de Centroamérica. El uso extractivo involucra una gran variedad de productos biológicos encontrados en forma natural en los manglares. Debido a que no implica la sustitución total del área boscosa sino una degradación parcial de la misma y de los recursos asociados, este deterioro no es tan evidente y pasa desapercibido en la mayoría de los casos.

5. Problemática de los manglares del Pacífico

Según Jiménez, la explosión demográfica en los países del istmo centroamericano, especialmente a partir de la década de los cuarenta, repercutió negativamente sobre la conservación de los recursos naturales. Esto redundó en que los manglares se vieron rápidamente afectados por actividades sustitutivas o extracción directa de recursos, como ya se mencionó en párrafos anteriores.

Autores como FAO, Jiménez y Morales Calderón reportan datos de la superficie de mangle en Guatemala, en diferentes épocas. Estos autores concuerdan en señalar que la tendencia de la superficie de manglar es hacia su reducción por presiones de diversa índole. El 1% de la superficie del país, tiene vocación de manglar; sin embargo en 1994 los manglares ocupaban el 0.2% del territorio nacional guatemalteco.

6. Distribución geográfica del mangle en Guatemala

En el Pacífico de Guatemala existe mayor superficie de ecosistemas de mangle respecto al Atlántico. De la distribución geográfica en Guatemala, Morales Calderón indica que, en síntesis, los manglares se encuentran en la costa Pacífica desde la frontera de México hasta la frontera con El Salvador, y en la costa Atlántica, abarcando una faja angosta, desde el límite con Honduras hasta el límite con Belice.

En el Pacífico de Guatemala existe mayor superficie de ecosistemas de mangle respecto al Atlántico.

7. Composición florística de los manglares de Guatemala

De acuerdo con Standley & Williams las especies presentes en Guatemala son:

- Mangle rojo: *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae).
- Mangle blanco: *Laguncularia racemosa* Gaertn. (Combretaceae)
- Mangle negro: *Avicennia germinans* (L.) L. (Avicenniaceae).
- Mangle botón o botoncillo: *Conocarpus erecta* L. (Combretaceae).

8. Antecedentes de estudios en el área

Morales Calderón trabajó en un estudio en el Litoral Pacífico del país acerca de la importancia y manejo del recurso, enfocado hacia su conservación. El estudio demostró, en términos generales, la disminución de la cobertura de manglar en el litoral de 1965 a 1978. Además reporta para el municipio de Iztapa, Escuintla un total de 12.46 km² en 1978,

aunque cabe mencionar que no se especifica el límite de jurisdicción político administrativa del manglar entre Escuintla y Santa Rosa.

En 1990 se presentó una investigación respecto a los cambios cuantitativos —disminución— en la cobertura vegetal del manglar de Iztapa entre los años 1987 y 1990. El estudio fue presentado por Arrecis pero no se realizó para la totalidad del municipio de Iztapa, sino únicamente para la zona de manglar ubicada desde la Aldea Buena Vista (al oeste de la cabecera municipal de Iztapa) hasta El Conacaste, pues, como señala la autora, existía conflicto entre las municipalidades por la posesión de aldeas y caseríos.

Soto, 1991, hace referencia a la utilización del recurso mangle, en zonas aledañas al Canal de Chiquimulilla en el departamento de Santa Rosa. Sin embargo, dado el objetivo del estudio, no se cubre el ecosistema completo a que actualmente se hace referencia (al ubicado entre Puerto Viejo y Zunzo). En este estudio se hace referencia a la presión existente sobre el recurso mangle por parte de poblaciones aledañas al mismo.

En 1992, en el estudio de Lemus *et al.*, se trabajó con siete aldeas de Taxisco, Santa Rosa, para un diagnóstico de la relación existente entre la población humana y el uso del mangle, demostrando —al igual que otros estudios en la zona— la alarmante reducción del recurso en el área, debido a la extracción de madera para usos múltiples, entre los que destaca el uso para el cultivo del paxte (*Luffa cylindrica*). Gálvez Marroquín en 1994, en un estudio de caracterización del cultivo del paxte, realizado en Iztapa y Taxisco, demuestra la fuerte presión ejercida por dicho cultivo sobre el mangle blanco del área.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) de Guatemala en 1997 presentó un estudio de prefactibilidad del plan de manejo sostenible de los manglares del país. Además del enfoque a nivel nacional, utilizando los mapas del recurso (escala 1:250,000), puede extraerse información de cobertura de manglar a nivel regional y local, lo cual se ha hecho en la presente investigación.

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) de Guatemala en 1997 presentó un estudio de prefactibilidad del plan de manejo sostenible de los manglares del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Primera fase de gabinete

- a) Revisión y análisis de información del área. Elaboración de mapa base.
- b) Elaboración de mapas preliminares. Los mapas preliminares se elaboraron a partir de análisis de fotointerpretación de fotografías aéreas del área (pancromáticas, escala 1:22,000 del año 1988). Trabajo basado en diferencia de tonalidades y texturas de los detalles de interés del área de estudio. Los mapas preliminares del área elaborados son los siguientes: Mapa de Fisiografía, Mapa de Hidrografía, Mapa de Uso de la Tierra y Mapa de Unidades por Clase de Mangle (tomando de base la Clasificación FAO, 1994 y criterios expresados por Benessalah).

2. Primera fase de campo

- a) Reconocimiento preliminar del área de estudio.
- b) Comprobación de información biofísica recabada. Comprobación de campo de mapas preliminares: se realizó acompañado de los mapas preliminares

del área, brújula y libreta de campo (la corrección y actualización de estos mapas se hizo en esta fase). Como señalan Benessalah y FAO, entre otros, esta comprobación debe complementar y rectificar la fotointerpretación, pero debe ser limitada cuando solamente se desea una estratificación del área por unidades de manglar.

3. Segunda fase de gabinete

a) Trabajo de mapas en Sistemas de Información Geográfica (SIG):

Este trabajo incluyó las actividades siguientes: georeferencia de mapas; digitalización de mapas mediante el programa de cómputo "Atlas Gis", utilizando mesa y "mouse" de digitalización (Santos & Véliz); edición de mapas digitalizados (revisión general de la digitalización); exportación de mapas vectoriales al programa IDRISI versión 4.0© para análisis algebraico (Eastman, 1992); rasterización de mapas corregidos de "fisiografía" y unidades por clase de mangle" y análisis de los mismos con el módulo Cross-tab (IDRISI) para creación de unidades de muestreo (de acuerdo al comportamiento fisiográfico, hidrográfico y de cobertura de mangle).

b) Planificación de segunda fase de campo:

- i) Muestreo de agua: se seleccionaron puntos de muestreo en cuerpos de agua con influencia sobre el manglar y puntos de muestreo de agua intersticial.
- ii) Muestreo de suelo: se hizo para cada unidad de muestreo creada (según su fisiogra-

fía, hidrografía y cobertura de mangle) en un punto representativo de sus condiciones generales.

4. Segunda fase de campo

- a) Muestreo de suelo en unidades (por horizontes, con barreno de muestreo de suelos).

Cuadro 1
METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE FACTORES
DE LAS MUESTRAS DE SUELO Y AGUA

Factor a analizar	Método de análisis
pH en KCl	Medición con potenciómetro a las soluciones de agua y suelo (relación 1:2,5) en presencia de KCl 1N
Textura del suelo	Método de hidrómetro de Bouyoucos calibrado a 68°F con medición de partículas con escala USDA modificada
Carbono orgánico (materia orgánica)	Método Walkley-Black modificado (digestión con dicromato ácido y valoración con $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
Nitrógeno total	Método micro Kjeldahl (digestión con solución catalizadora, destilación y posterior titulación con H_2SO_4)
Capacidad de intercambio catiónico	Método de extracción iónica con solución de NaCl al 10%, destilación por microKjeldahl y titulación con H_2SO_4 [0.01 N]
Saturación de bases cambiables	Método de extracción iónica con acetato de amonio [1N] a pH 7, lectura en espectrofotómetro de absorción atómica
Salinidad del suelo	Medición con conductivímetro en [Micro Siemens/cm]
Salinidad de cuerpos de agua	Medición con conductivímetro en [Micro Siemens/cm]
Salinidad intersticial del mangle	Medición con conductivímetro en [mili Siemens/cm] y posterior conversión a valor en "partes por mil" [‰]

- b) Muestreo de agua. Se hizo para los meses de septiembre a noviembre de 1999. Para el muestreo de agua intersticial se siguió la metodología sugerida por Schaeffer-Novelli & Cintrón, con una modificación de campo propia de este estudio, que consiste en un sistema de doble tubo, debido a las dificultades de dejar montadas estaciones de muestreo y por las condiciones de inundación en el área.

5. Fase de laboratorio

Los análisis requeridos y la metodología empleada se resume en el Cuadro 1.

6. Fase final de gabinete

- a) Edición final de mapas con el auxilio del módulo Corel Draw versión 5.0©.
- b) Análisis de información recabada (fisiografía, hidrografía, salinidad del agua, uso de la tierra, unidades por clase de mangle, características físicas y químicas del suelo del manglar).
- c) Elaboración y presentación de informe final del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Fisiografía

Con la interpretación de la fisiografía de la zona de estudio se estableció la delimitación de seis unidades fisiográficas (playa de mar, duna costera, depresión

y tres terrazas de inundación). Dicha delimitación ha permitido caracterizar el relieve de la zona, lo cual es trascendental en el entendimiento del comportamiento hidrológico y del uso de la tierra de la zona de estudio. En este estudio se hace una descripción de cada una de las unidades en mención, entre las que cabe destacar:

DUNA COSTERA. Unidad con pendiente suave (entre 1% y 2%) y con poca o ninguna influencia por agua de escorrentía o agua de inundación por mareas. Aquí se concentra la población de las comunidades aledañas a la zona de manglar (Puerto Viejo, Atitancito, El Conacaste, El Guayabo —en Iztapa, Escuintla— y Zunzo —en Taxisco, Santa Rosa—, entre otras).

DEPRESIÓN. Es una zona hondonada que recibe mucha influencia de aguas continentales (Canal de Chiquimulilla) y aguas marítimas (en horas de marea alta) que tienden a inundarla en las zonas más cercanas al Canal de Chiquimulilla. Durante la época lluviosa y principios de la época seca, esta unidad permanece inundada, y aún en época seca se observa una inundación de niveles no navegables.

TERRAZAS. Debido a las características hidrológicas y de relieve de las terrazas, hay en ellas, un predominio de actividades agropecuarias. La Terraza 3 es una unidad que por su dinámica hidrológica abarca una buena parte del manglar en estudio (al lado norte del Canal de Chiquimulilla) y una zona de fincas ganaderas (entre ellas destacan: Magarín, El Chile, Santa Elena y Tres Ceibas).

2. Hidrografía

Las características hidrográficas del lugar de estudio están influenciadas por los aspectos siguientes: la presencia de corrientes permanentes e intermitentes a lo largo del año, y de corrientes efímeras en época lluviosa; su proximidad al Océano Pacífico; la presencia de zonas que por sus características de relieve y cercanía a fuentes de agua, las hacen zonas de lagunas y/o lagunetas permanentes; la estacionalidad de las descargas fluviales; la marcada estacionalidad de la lluvia (época seca y época lluviosa); la fisiografía de la zona. Todo ello provoca que el área de estudio sea hidrológicamente dinámica, lo que a su vez influye en el uso de la tierra (como ya se mencionó) y en las características de vegetación de la zona.

Destacan, por su influencia sobre el manglar, los siguientes cuerpos de agua:

El María Linda es un río que posee una descarga estacional, es decir, su caudal está determinado por el clima imperante (sobre todo la precipitación pluvial).

RÍO MARÍA LINDA. Este río tiene su desembocadura en el Océano Pacífico y su impacto para la zona estudiada es alto, pues, de forma permanente, suministra agua dulce a la zona y, para el ecosistema de manglar, el suministro de nutrientes provenientes de tierras más altas. El María Linda es un río que posee una descarga estacional, es decir, su caudal está determinado por el clima imperante (sobre todo la precipitación pluvial). Dado el relieve de la zona, el patrón de variación estacional del caudal del río María Linda es un evento trascendental en la estacionalidad de las inundaciones por flujo de agua de zanjones y desborde de los mismos hacia tierra firme. Este patrón también influye en los niveles de elevación del Canal de Chiquimulilla, así como lo señala Jiménez.

OCEANO PACÍFICO Y BOCA BARRA DE IZTAPA. La acción de las mareas del Océano Pacífico en las tierras continentales no sólo se evidencia en la unidad fisiográfica "Playa de Mar", sino que por la presencia de la Boca Barra de Iztapa, existe un régimen de mareas que afecta el sistema estuarino, al aportar más caudal de agua y nutrientes.

Este efecto del flujo de mareas es de vital importancia para el ecosistema de manglar como lo señala FAO y Sánchez Peña, pues aporta nutrientes, oxígeno disuelto, extrae dióxido de carbono y desechos, regula niveles de salinidad del suelo y colabora en la dispersión, distribución y establecimiento de propágulos.

CANAL DE LA ZONA DOCE. Éste es un cuerpo de agua dulce navegado con embarcaciones de poco calado. Constituye el límite Este de la zona de estudio. El agua que llega a este canal tiene su origen en tierras de niveles más altos; el agua es conducida por el Zanjón El Tercerón, y a través de una acequia llega al Canal de la Zona Doce.

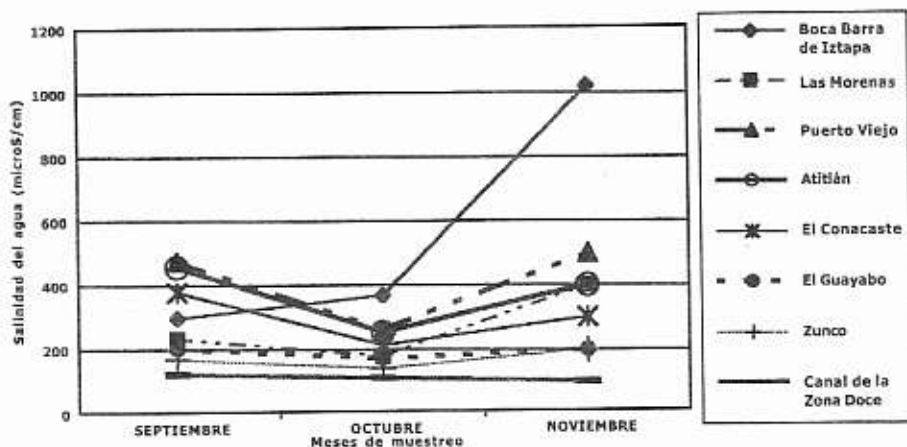
CANAL DE CHIQUIMULILLA. La longitud del Canal de Chiquimulilla incluida dentro de la zona de estudio es de 14.5 kilómetros. Para el ecosistema de manglar el papel del Canal de Chiquimulilla es trascendental, pues es el cuerpo de agua que favorece la dinámica de la mayor parte de la zona externa del manglar, ya que es la vía principal para la distribución de propágulos de mangle. Además, es el medio de transporte para la entrada y salida de nutrientes al ecosistema, es el vehículo para la eliminación de los desechos metabólicos del manglar, es la fuente de agua que regula los niveles de salinidad y del suelo del

manglar; todo lo anterior en función de los cambios de nivel del agua, determinado por la marea predominante.

3. Análisis de la salinidad de cuerpos de agua

- El agua de la Boca Barra de Iztapa presenta una tendencia al aumento en la salinidad, conforme va concluyendo la época lluviosa, de alguna manera determinado por la cantidad de agua dulce aportada al sistema, tanto por lluvias como por corrientes superficiales.
- La salinidad del Río María Linda presenta también un patrón de variación estacional en la salinidad de este cuerpo de agua.

Figura 1
COMPORTAMIENTO DE LOS VALORES DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA PARA LOS PUNTOS DE LOS CUERPOS DE AGUA MUESTREADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO, EN LOS MESES DE SEPTIEMBRE A NOVIEMBRE DE 1999.



- Hay estacionalidad de los valores de salinidad del Canal de Chiquimulilla (en dependencia del clima, en especial de la lluvia). Aquí, los valores más altos de salinidad se concentran en la parte externa (Puerto Viejo) donde hay más intercambio con aguas marítimas y los valores más bajos se concentran en la parte interna del Canal (Zunzo), porque aquí hay menor interacción con aguas de mar y mayor influencia de agua dulce proveniente de la Laguna El Pimiento y el Canal de la Zona Doce. Esto evidencia un gradiente horizontal de variación de salinidad hacia el interior del Canal, es decir, desde valores altos al Oeste hacia valores menores en el este del canal.
- El Canal de la Zona Doce presenta los valores de menor salinidad respecto a los demás puntos muestreados, ya que dicho canal tiene el aporte de agua dulce de tierras arriba. Al aportar agua con menos concentración de sales, provoca que se observen menores salinidades en el sector cercano a "La Zona" respecto a otros puntos del Canal de Chiquimulilla que están más al Oeste.

4. Uso de la tierra

A continuación se describen las unidades de uso más importantes del área:

CENTROS POBLADOS. Se concentran en la región sur, en la unidad fisiográfica "Duna Costera", abarcando las 6 comunidades siguientes: Puerto Viejo, Atitancito, El Conacaste, El Guayabo (todas de Izta-pa, Escuintla), Zunzo y El Garitón (de Taxisco, Santa Rosa), en donde la actividad más fuerte es la agricul-

tura de cultivos anuales, por lo que en sus alrededores se concentra este uso de la tierra.

CUERPOS DE AGUA. Los cuerpos de agua están distribuidos por toda el área de estudio, lo que provoca una gran dinámica hidrológica. Por ello se han escogido tres cuerpos de agua como límites: el Océano Pacífico (límite Sur), el Río María Linda (límite Oeste) y el Canal de la Zona Doce (límite Este).

TIERRAS CON CULTIVOS ANUALES. La mayor parte se concentra en la unidad fisiográfica "Duna Costera", de forma colindante con los centros poblados del Sur. El cultivo de paxte (*Luffa cylindrica*) ha ejercido una gran presión sobre el bosque de manglar, pues para su desarrollo se utiliza un tapesco con tutores de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), en cantidades de más de 2000 postes de 2 a 3 metros de largo/hectárea de paxte, como indica Gálvez, 1994. Sin

Cuadro 2
CLASIFICACIÓN DEL USO DE LA TIERRA
DEL ÁREA DE ESTUDIO, AÑO 1999

Categoría de uso	Superficie [ha]	Porcentaje del total
Centros poblados	120.24	3.22
Cuerpos de agua	156.77	4.19
Tierras con cultivos anuales	558.08	14.92
Tierras con pastos naturales	688.95	18.42
Industria/infraestructura	56.59	1.51
Tierras con bosque de manglar	854.54	22.85
Tierras con bosque latifoliado no adaptado a condiciones de salinidad	421.87	11.28
Pantano/tular	783.46	20.95
Arena de mar	99.48	2.66
Total:	3,739.98 ha	100.00%

embargo, innovaciones técnicas en el cultivo han reducido el número de postes utilizados, pues datos más actualizados, señalan que se utilizan 1200 postes de mangle blanco por hectárea de paxte.

TIERRAS CON PASTOS NATURALES. Los pastos son utilizados generalmente para la alimentación del ganado de personas del área, que es una actividad de carácter extensivo, por lo que esta categoría de uso tiene un doble propósito, la alimentación del ganado y la extensión del área para dicho menester. La actividad ganadera se concentra al norte del manglar.

TIERRAS CON BOSQUE DE MANGLAR. Al realizar el trabajo de comprobación de campo pudo observarse la notable influencia del hombre en las condiciones del bosque, lo que le da en general el apelativo de "intervenido", incluso en zonas de difícil acceso. La intervención en este bosque, es consecuencia de la alta demanda de madera de mangle (en especial de mangle rojo y blanco) para usos de construcción, tutores para cultivos agrícolas y leña, entre otros. Dicha intervención consiste en cortes selectivos (en función del tipo de madera requerido) y no tiene ningún tipo de restricciones ni cuenta con criterios técnicos para el correcto aprovechamiento del bosque.

PANTANO/TULAR. Este sitio pantanoso, pese a la presencia de una gama de especies vegetales acuáticas y semiacuáticas, es llamado comúnmente "tular", pues el tul (*Typha* sp.) es la especie más característica de esta área.

5. Descripción de unidades con diferente comportamiento de fisiografía, hidrografía y cobertura de mangle

Cuadro 3
CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS, HIDROGRÁFICAS DE COBERTURA DE MANGLE, DE LAS UNIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO, AÑO 1999

Identificación	Cobertura de mangle presente Clasificación FAO (1994)	Clasificación por cobertura de mangle Jiménez (1994)	Unidad fisiográfica a que pertenece
Unidad I	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle L.</i>)	Zona Externa asociada a canal	Terraza
Unidad II	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle L.</i>)	Zona Externa asociada a canal	Depresión
Unidad III	Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa Gaertn.</i>)	Zona Interna bajo clima seco estacional con escorrentía	Terraza
Unidad IV	Mangle negro (<i>Avicennia germinans L.</i>) y mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa Gaertn.</i>)	Zona Interna bajo clima seco estacional	Terraza
Unidad V	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle L.</i>) y Mangle blanco (<i>Laguncularia ramosa Gaertn.</i>)	Zona Externa asociada a canal	Terraza

Cuadro 3
CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS, HIDROGRÁFICAS DE COBERTURA
DE MANGLE, DE LAS UNIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO, AÑO 1999

Hidrografía

Influencia directa del Canal de Chiquimulilla durante todo el año, debido a cambios de nivel del agua según la marea dominante. La inundación es durante la marea alta en época seca, y es total durante la época de lluvias. Además recibe aporte de agua desde el *Zarjón El Chile* y de lagunas llamadas "las Piletas" (aldea Atitlán, Iztapa).

Su dinámica hidrológica depende de la lluvia y del aporte de agua recibido directamente del *Canal de Chiquimulilla*. Permanece inundada en época lluviosa y en horas de marea alta en época seca.

Aquí no se recibe la influencia de mareas; esto se debe a que es una unidad que está abastecida principalmente de agua dulce, debido a su conexión con "las piletas" y el *Zarjón El Chile* y no posee conexión con el estero. Por ello el abastecimiento de agua para esta unidad es dependiente del caudal del río María Linda, y por ende dependiente de la época. A este aporte se une el de cuerpos efímeros cercanos, que contribuyen a la inundación durante los meses de la época lluviosa y principios de la época seca, y es una inundación poco dinámica, de escaso movimiento.

Por su posición en el margen de la Zona Interna y por su ubicación fisiográfica en "Terraza", esta unidad no posee inundaciones por marea. Por lo mismo, el aporte de agua se restringe para la época lluviosa, proviniendo del agua de lluvia y de lagunas efímeras que se forman en la parte Norte de la zona de Estudio. La inundación sólo ocurre durante los meses más fuertes de lluvia (Julio a octubre) y el resto del año es tierra firme, siendo la humedad del suelo, el único aporte de agua recibido.

Para esta unidad, los niveles de agua en la época seca dependen de la marea, debido a la influencia directa del *Canal de Chiquimulilla* y del *Canal Magarín*, lo que es más evidente para áreas más cercanas a estos cuerpos de agua. Dada su ubicación fisiográfica en "Terraza", la influencia de mareases menor que para zonas de "Depresión", pero durante la época lluviosa toda la unidad permanece inundada.

continúa cuadro 3

Cuadro 3

CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS, HIDROGRAFICAS DE COBERTURA DE MANGLE, DE LAS UNIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO, AÑO 1999

Identificación	Cobertura de mangle presente Clasificación FAO (1994)	Clasificación por cobertura de mangle Jiménez (1994)	Unidad fisiográfica a que pertenece
Unidad VI	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.), Pumpo (<i>Pachira acuatica</i> L.) y Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Externa asociada a canal	Depresión
Unidad VII	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.) y Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Externa asociada a canal	Depresión
Unidad IX	Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	Zona Interna bajo clima seco estacional	Depresión

6. Unidades por clase de mangle

Se delimitaron cinco "unidades por clase de mangle", clasificación FAO, 1994 para estratificación de manglar con ayuda de fotografía aérea pancromática de 1988 y comprobación de campo de 1999.

Cuadro 3
CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS, HIDROGRÁFICAS DE COBERTURA
DE MANGLE, DE LAS UNIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO, AÑO 1999

Hidrografía

Su cercanía con el *Canal de Chiquimulilla*, provoca para esta unidad una dependencia del flujo por mareas. También, su al *Canal de la Zona Doce* y a la desembocadura de pequeños canales que comunican con el sistema de lagunas de la parte Este (Fig. 5), permiten el abastecimiento de agua más dulce para la unidad. La inundación es total durante la época lluviosa y parte de la seca.

El aporte de agua para esta unidad proviene de un vericuate que comunica con las aguas del *Canal de Chiquimulilla*; el vericuate no es lo suficientemente grande como para mantener, en toda la unidad, un flujo adecuado de agua durante la época seca aún en horas de marea alta. Pese a ello, permanece inundada durante toda la época de lluvias y principio de la época seca.

Un peligro particular para la hidrología de esta unidad, lo constituyen dos bordas de personas particulares (vías para el paso hacia la "Isla"), que obstaculizan el flujo normal del agua de escorrentía.

En época seca sólo una pequeña parte de la unidad recibe el flujo por mareas del *Canal de Chiquimulilla*, mientras el resto de la unidad permanece como tierra firme.

La inundación total de esta unidad, se da desde finales de mayo o principios de junio, hasta finales de noviembre.

7. Análisis de las características físicas y químicas del suelo de unidades con distinto comportamiento de fisiografía, hidrografía y cobertura de mangle

Para este análisis consultar como referencia el Cuadro 10.

Cuadro 4
 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS "UNIDADES POR CLASE DE MANGLE", AÑO 1999

Unidad por clase de mangle (Tipo Forestal) según FAO [6]	Superficie [%] del		Ubicación de la unidad
	[ha]	Total	
Unidad de Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.)	200.81	23.5	Zona Oeste del manglar. Se sitúa de manera aledaña al Canal de Chiquimulilla, desde el punto de comunicación con las aguas del río María Linda (en Puerto Viejo, Iztapa, Escuintla) hasta Aldea El Conacaste (Iztapa, Escuintla). Ésta se encuentra en unidades fisiográficas de depresión y terraza.
Unidad de Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	404.15	47.29	Está distribuida en la zona norte, noroeste, noreste y sureste del manglar. Está presente en unidades fisiográficas de depresión y terraza. Abarca el manglar cercano a las aldeas Atitán, El Guayabo (ambas en Iztapa, Escuintla) y Zunzo (Taxisco, Santa Rosa); asimismo se le encuentra colindando con el sistema de lagunas del este y con la zona de fincas (principalmente El Chile, Magarín y Santa Elena).
Unidad de Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.) y Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	213.86	25.03	La mayor parte de esta unidad se localiza al norte del Canal de Chiquimulilla, en la unidad fisiográfica Terraza, y está rodeada casi completamente por la unidad de Mangle Blanco. También se le encuentra colindando con la "isla", cerca de aldea El Guayabo (Iztapa, Escuintla) en la unidad fisiográfica depresión.
Unidad de Mangle Negro (<i>Avicennia germinans</i> (L.) y Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.)	8.86	1.04	Ubicada en la unidad fisiográfica Terraza, en la zona noreste del manglar, colindando en su mayor parte con la unidad de Mangle Blanco.
Unidad de Mangle Rojo (<i>Rhizophora mangle</i> L.), Mangle Blanco (<i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.) y Pumpo (<i>Pachira acuatica</i> Aubl.)	26.86	3.14	Unidad que se encuentra colindando al Norte con el Canal de Chiquimulilla y al Sur con la unidad de Mangle Blanco. Su ubicación general es al este de la zona de manglar.
Total: 854.54 ha			100%

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DEL MANGLAR

En el análisis de las características físicas del suelo del manglar se hace mención al tipo de drenaje, permeabilidad y aireación del suelo que existe en cada unidad, como consecuencia de la clase textural del mismo. El área de manglar estudiada es heterogénea en cuanto a las características físicas del suelo, pues las clases texturales varían desde "arcilloso" hasta "arena". En general los suelos de unidades de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) tienen texturas medias, a diferencia de unidades de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) cuyas texturas son las más arcillosas del área; por su parte el mangle negro (*Avicennia germinans*) se localiza en la unidad que posee la textura más arenosa del perfil del suelo.

UNIDADES DE MANGLE ROJO (*RHIZOPHORA MANGLE* L.). La profundidad del suelo en unidades puras de *R. mangle* (I y II), es de las mayores de la zona de estudio (tanto en posición fisiográfica "terrazza" como en "depresión"), pues no se encontró capa limitante alguna antes de los 110 cm. Se observa texturas medias en todo el perfil (Cuadro 5 y Figura 2), lo que propicia que la permeabilidad, drenaje y aireación del mismo, sean regulares.

UNIDADES DE MANGLE BLANCO (*LAGUNCULARIA RACEMOSA* GAERTN.) Los suelos más arcillosos del área de manglar en estudio, se encuentran en las unidades puras de mangle blanco de terraza (III y VI), por ello aquí el suelo posee drenaje deficiente, aireación pobre, mayor retención de agua y permeabilidad alta (evitando la filtración del agua en el suelo).

El mangle blanco dado su sistema radicular superficial, se ha adaptado a características físicas tan adversas de drenaje, filtración de agua, etc., como las de los suelos de estas unidades III, VI y IX.

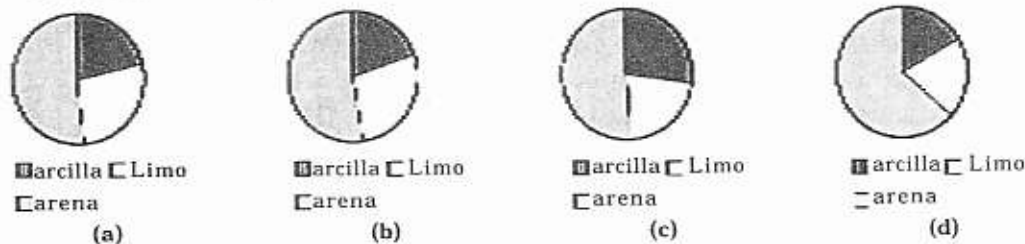
UNIDADES MIXTAS. Basado en la clasificación de FAO, 1994, "Unidades mixtas de manglar" por tipo forestal son aquellas que presentan dos o más especies típicas o asociadas a la zona de manglar. Aquí se encuentran, la Unidad IV (Mangle Negro (*Avicennia germinans*) y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*)), Unidad V (Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*))

Cuadro 5
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE LAS
UNIDADES DE MANGLE ROJO (*RHIZOPHORA MANGLEL.*)

Unidad	Profundidad [cm]	[%] arcilla	[%] limo	[%] arena	Clase textural
I	0 a 60	21.17	27.30	51.53	Franco arcillo arenoso
	60 a 110	19.07	25.20	55.73	Franco arenoso
II	0 a 60	26.88	22.34	50.78	Franco arcillo arenoso
	60 a 110	16.38	20.24	63.38	Franco arenoso

Figura 2

GRÁFICOS DE DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS DEL SUELO A DIFERENTES PROFUNDIDADES, UNIDADES DE MANGLE ROJO (*RHIZOPHORA MANGLEL.*)



(a) Unidad I de 0 a 60 cm

(b) Unidad I de 60 a 110 cm

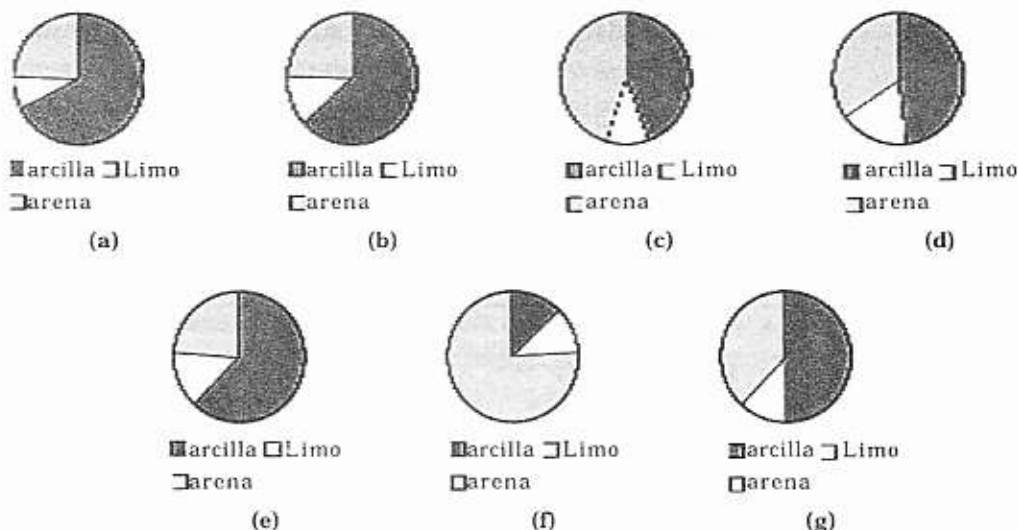
(c) Unidad II de 0 a 60 cm

(d) Unidad II de 60 a 110 cm

Cuadro 6
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE LAS UNIDADES DE MANGLE BLANCO (*LAGUNCULARIA RACEMOSA* GAERTN.)

Unidad	Profundidad [cm]	[%] arcilla	[%] limo	[%] arena	Clase textural
III	0 a 35	67.37	8.40	24.23	Arcilloso
	35 a 100	63.17	12.60	24.23	Arcilloso
VI	0 a 40	44.27	10.50	45.23	Arcillo arenoso
	40 a 65	48.47	16.80	34.73	Arcilloso
	65 a 95	61.82	14.70	23.48	Arcilloso
IX	0 a 35	12.18	11.84	75.98	Franco arenoso
	35 a 90	49.98	11.84	38.18	Arcilloso

Figura 3
GRÁFICOS DE DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS DEL SUELO A DIFERENTES PROFUNDIDADES, UNIDADES DE MANGLE BLANCO (*LAGUNCULARIA RACEMOSA*)



(a) Unidad III de 0 a 35 cm
 (b) Unidad III de 35 a 100 cm
 (c) Unidad VI de 0 a 40 cm
 (d) Unidad VI de 40 a 65 cm

(e) Unidad VI de 65 a 95 cm
 (f) Unidad IX de 0 a 35 cm
 (g) Unidad IX de 35 a 90 cm

y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*), Unidad VII (Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), Pumpo (*Pachira acuatica*) y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*)) y la Unidad VIII (Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*)).

En cuanto a características físicas, la Unidad IV presenta los porcentajes de arena más altos de la zona de manglar estudiada, y un suelo poco profundo (Cuadro 7). En los primeros 30 cm. del perfil del suelo de esta unidad, se observa una clase textural "franco arcillo arenoso" y superando esa profundidad se llega a la clase textural "arena" que es una capa limitante (Cuadro 7). Con dicha evidencia se sabe que se tiene un drenaje casi libre en el interior del suelo, el cual se incrementa conforme la profundidad y, por ende, hay buena filtración del agua en el perfil.

En la superficie del suelo de las Unidades V, VII y VIII, se observan texturas medias (de franco

Cuadro 7
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
DE LAS UNIDADES MIXTAS DE MANGLAR

Unidad	Profundidad [cm]	[%] arcilla	[%] limo	[%] arena	Clase textural
IV	0 a 20	25.37	12.60	62.03	Franco arcillo arenoso
	20 a 30	29.57	18.90	51.53	Franco arcillo arenoso
	30 a 110	6.47	4.20	89.33	Arena
V	0 a 15	14.28	30.74	54.98	Franco arenoso
	15 a 45	28.98	20.24	50.78	Franco arcillo arenoso
	45 a 90	52.08	22.34	25.58	Arcilloso
VII	0 a 30	35.28	22.34	42.38	Franco arcilloso
	30 a 90	45.78	20.24	33.98	Arcilloso
VIII	0 a 10	21.17	16.80	62.03	Franco arcillo arenoso
	10 a 55	48.47	14.70	36.83	Arcilloso
	>55	12.77	31.50	55.73	Franco arenoso

arenoso a franco arcilloso, Cuadro 7). Así, puede encontrarse aquí que hay un drenaje y permeabilidad regulares, tal y como lo presentado por unidades puras de mangle rojo (I y II). Sin embargo, en los suelos de estas unidades mixtas, ya se encuentra una capa arcillosa subsuperficial, que evita que estas condiciones de drenaje y permeabilidad se mantengan en todo el perfil del suelo.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DEL MANGLAR

Siguiendo con la interpretación de las características del suelo de las unidades de manglar (Cuadro 4), ha de señalarse que, desde el punto de vista químico, los suelos de manglar presentan, en general, valores altos de capacidad de intercambio catiónico, de porcentaje de materia orgánica, de relación carbono/nitrógeno, entre otras (Cuadros 8, 9, 10); por ello se puede pensar en suelos dinámicos desde este punto de vista. La salinidad del suelo es una característica química muy importante para este ecosistema, y a ella se ha adaptado el manglar dada su propiedad de "plantas halófitas facultativas" (como indica FAO, 1994). Así, el análisis de características químicas del suelo de manglar se realizará principiando por la salinidad del suelo y la salinidad intersticial (salinidad del agua del suelo), para ir descubriendo lo señalado por Pannier y Pannier, 1977, respecto a que hay grandes fluctuaciones de salinidad en localidades de pluviosidad estacional.

UNIDADES DE MANGLE ROJO (*RHIZOPHORA MANGLE* L.). Debido al alto flujo de agua y a las condiciones físicas del suelo (sobre todo drenaje y permeabilidad) de las Unidades I y II, aquí los valores de salinidad intersticial son bajos y están muy cercanos

a las 10‰ de salinidad intersticial que, según lo reportado por Cintrón y Schaeffer, 1992, es óptima para un buen crecimiento del manglar.

Los valores de salinidad intersticial para las Unidades I y II ascienden conforme se sale de la época lluviosa, presentando el valor máximo en el mes de noviembre. Este comportamiento de la salinidad intersticial depende de la estacionalidad del caudal del río María Linda, el régimen de precipitación pluvial y la salinidad del agua del Canal de Chiquimulilla. Los valores de salinidad intersticial y salinidad del suelo de las unidades puras de mangle rojo se encuentran muy alejados de los valores máximos de salinidad intersticial y salinidad del suelo que soporta *Rhizophora mangle*, según lo establecido por Guevara *et al.*, 1998 y según Jiménez, 1994, respectivamente.

Los valores de CIC para las unidades puras de mangle rojo (Cuadro 8), si bien no son los más altos del manglar, sí evidencian un suelo muy dinámico desde el punto de vista químico. Esto se ve favorecido por los porcentajes de materia orgánica en el suelo de estas unidades (que van de 17.48% a 19.90%, Cuadro 8), que sin duda son el reflejo de las condicio-

Cuadro 8
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO
DE LAS UNIDADES DE MANGLE ROJO (*R. MANGLE*)

Unidad	Profundidad [cm]	pH	CIC		Relación C/N	
			[meq/100g suelo]	[%] saturación de bases		[%] materia orgánica
I	0 a 60	5.2	51.74	40.03	17.48	18.11
	60 a 110	4.7	57.39	43.74	19.50	22.18
II	0 a 60	5.6	46.52	28.84	19.90	17.48
	60 a 110	4.5	49.56	46.07	19.10	19.10

nes de movimiento frecuente de agua, suelo altamente saturado de agua y alta frecuencia e intensidad de inundaciones mareales, que son condiciones que Jiménez, 1994, reporta como ideales para el buen crecimiento de mangle rojo. Dadas las condiciones favorables de las unidades I y II, para el mangle rojo, se observan los valores más altos de relación C/N del área de estudio, lo cual es parte de los factores que investigadores como Jiménez han detectado en este tipo de manglar.

UNIDADES DE MANGLE BLANCO (*LAGUNCULARIA RACEMOSA* GAERTN.). El diferente comportamiento de salinidades observado para las unidades puras de *Laguncularia racemosa* está determinado por su posición en diferentes unidades fisiográficas y sus características hidrológicas.

Así, la Unidad III es la única de las unidades puras de *Laguncularia racemosa* que pertenece a la "Zona Interna con Escorrentía" (según Jiménez, 1994), por ello, los aportes de agua que recibe le confieren a esta unidad una dinámica muy especial. Aquí, los valores de salinidad intersticial cambian drásticamente de la primera lectura en septiembre (0.67‰) a la última en noviembre (19.14‰), comportamiento que permite pensar en que esta unidad tiene una dinámica dependiente del flujo de agua que recibe del Río María Linda, que como ya se explicó es influido por el clima. A diferencia de la unidad III, las Unidades VI y IX no están influidas por la escorrentía de ningún cuerpo de agua; aquí los valores de salinidad intersticial descienden de septiembre a noviembre. Esto es una evidencia de cómo la influencia directa de un cuerpo de agua cercano puede determinar comportamientos distintos en los valores de salinidad

intersticial de unidades de manglar con similares características físicas del suelo.

Como señalan varios investigadores (Dawes, 1986, Jiménez) la presencia de *Laguncularia racemosa* está ligada a áreas en donde las inundaciones son menos frecuentes e intensas, debido a que esta especie no tolera largos períodos de inundación. De aquí la ubicación de esta especie en la Zona Interna del manglar, donde se dan estas condiciones para el crecimiento de mangle blanco, especialmente en la Unidades VI y IX.

La unidad III es inundada de manera frecuente e intensa por el agua del Zanjón El Chile, propiciando condiciones no aptas para esta especie. Esto provoca estrés en la planta y por lo mismo es una de las unidades cuyas condiciones químicas del suelo permiten explicar condiciones adversas a la especie vegetal. Para principiar, valores bajos de materia orgánica en el suelo, CIC de las más bajas del manglar, relación C/N baja y con pH de los más elevados del área (Cuadro 9). Podría pensarse incluso que estas condi-

Cuadro 9
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO
DE LAS UNIDADES DE MANGLE BLANCO (*L. RACEMOSA*)

Unidad	Profundidad [cm]		pH	CIC		Relación	
				[meq/100g suelo]	[%] saturación de bases	[%] materia orgánica	C/N
III	0	a 35	6.9	44.78	75.80	3.50	9.23
	35	a 100	5.8	41.74	72.41	4.84	13.38
VI	0	a 40	6.1	57.39	72.33	13.18	12.32
	40	a 65	5.6	52.61	62.74	14.79	17.51
	65	a 95	6.5	38.26	62.93	8.74	14.49
IX	0	a 35	5.4	81.30	71.10	26.36	11.85
	35	a 90	4.6	39.13	78.67	11.43	14.11

ciones adversas al mangle favorecen el establecimiento, en esta unidad, de especies ajenas; sin embargo la salinidad intersticial y la salinidad del suelo son responsables de favorecer el establecimiento de mangle blanco, únicamente.

Dado que condiciones de menor flujo de agua y menor inundación favorecen la presencia y desarrollo del mangle blanco, en las unidades VI y IX, existen valores CIC más altos que en la unidad III. La textura del suelo más favorable para la unidad IX, permite entender cómo esta unidad es la que posee más materia orgánica y por ende de los pH más ácidos del área en estudio. Sin embargo, la relación C/N en estas dos unidades es similar dando un indicio de que las condiciones del físicoquímicas del área son similares para el desarrollo y descomposición de la materia orgánica.

UNIDADES MIXTAS:

- Esta unidad tiene un aporte de agua pobre, por lo que sus valores de salinidad intersticial son más altos que en el resto de unidades de la zona interna, y van aumentando conforme merman las lluvias. La textura del suelo, favorece la buena permeabilidad y drenaje, propiciándose así, el lavado de sales por filtración —la mayor concentración de sales es en el horizonte subsuperficial es una evidencia—; por ello, las sales no se concentran tanto en el suelo como sucede en zonas con más aporte de agua pero de texturas arcillosas como son las Unidades VIII y IX.
- Para la unidad V hay un aporte de sales vía escorrentía, pero el flujo es poco dinámico y se da un menor lavado de sales, a diferencia de otras unidades de la zona externa (como unidad

I, II y VII); así, la salinidad del suelo es mayor al del resto de unidades de la zona externa del manglar, e incluso mayor que la zona interna, donde hay menos acumulación de sales, tanto por mayor aporte de agua dulce (III, VI), mejor drenaje del suelo (IV) o menor entrada de sales vía escorrentía (VIII y IX).

- La Unidad VII es una zona del manglar que recibe más aporte de agua dulce que unidades vecinas (V, IX), tanto por su posición en la "depresión" como su mayor dinamismo como parte de la zona externa, respectivamente, por lo que los valores de salinidad intersticial y del suelo de VII son menores. Como indica Jiménez, estas condiciones son propicias para el establecimiento de una especie asociada al manglar que es *Pachira acuatica*, y por ende esta especie tiene un mejor establecimiento en la Unidad VII que en unidades aledañas.

De todas las unidades de manglar, la Unidad IV parece estar frente a las condiciones más adversas. La escasez de agua durante la época seca y la baja retención de humedad del suelo, favorecen un estrés para las plantas. El estrés se refleja en el poco dinamismo químico del suelo, evidenciado por los valores bajos de relación C/N del mismo (Cuadro 10).

Pese a la salinidad alta de la Unidad V el resto de características químicas del suelo de dicha unidad demuestra que existen condiciones aceptables del sustrato para expresar un bosque de manglar establecido, tal y como se observa en el campo. Esto es una evidencia de que la zonificación de las especies de mangle está influida en parte por la salinidad,

aunque la importancia de su influencia depende de factores locales, climáticos y edáficos, como indica FAO, 1994.

En las Unidades V y VIII se tienen los valores más altos de CIC del área de estudio, los porcentajes más altos de materia orgánica, pH medio 6, para ambas unidades, y altas relaciones C/N (Cuadro 10). La Unidad VII se diferencia del resto de unidades de manglar por la presencia de una especie asociada que es *Pachira acuatica*, no obstante sigue siendo un área de manglar dadas las condiciones salinas del sustrato. Al comparar su dinámica edáfica con el resto de unidades de mangle se descubre que existe dinámica de producción de biomasa, deposición y descomposición en el sustrato.

Cuadro 10
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO
DE LAS UNIDADES MIXTAS DE MANGLAR

Unidad	Profundidad [cm]	pH	CIC [meq/100g suelo]	[%] saturación de bases	[%] materia orgánica	Relación C/N
IV	0 a 20	5.5	23.04	+ 100	1.34	7.09
	20 a 30	8.7	26.96	+ 100	1.01	5.90
	30 a 110	8.9	11.30	+ 100	0.27	2.67
V	0 a 15	6.1	64.78	+ 100	21.52	17.10
	15 a 45	6.4	73.48	+ 100	21.25	13.84
	45 a 90	5.5	40.00	82.57	6.86	13.27
VII	0 a 30	4.9	56.96	55.39	14.79	15.60
	30 a 90	5.4	50.00	62.01	11.83	12.47
VIII	0 a 10	5.9	81.30	71.84	26.09	13.39
	10 a 55	6.2	55.65	87.17	1.75	1.74
	>55	5.8	57.39	+ 100	20.98	15.40

8. Análisis de la cobertura de manglar en la zona en distintas épocas

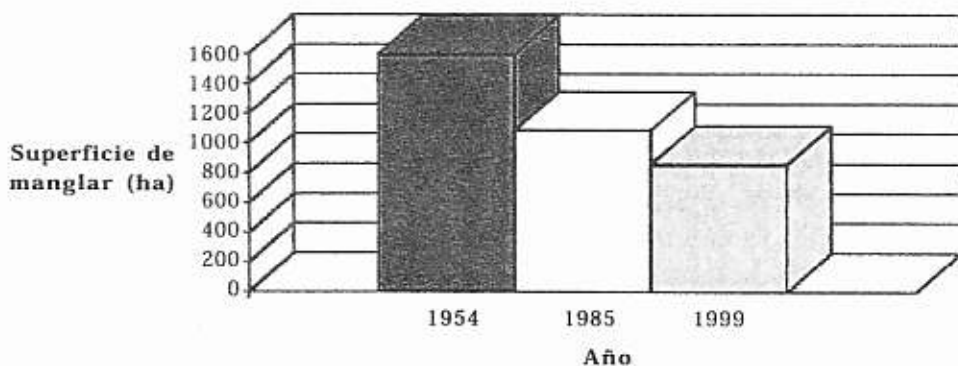
Para el análisis de la cobertura de manglar se ha trabajado con dos épocas distintas, utilizando para ello la información más antigua obtenida del año 1954, información de una época "intermedia" 1985 e información actualizada, año 1999. El comportamiento general observado es de disminución de la superficie de manglar tal y como lo muestra el Cuadro 11 y la Figura 4.

Cuadro 11

COBERTURA DE MANGLAR PARA LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE PUERTO VIEJO (IZTAPA, ESCUINTLA) Y ZUNZO (TAXISCO, SANTA ROSA), PARA LOS AÑOS 1954, 1985 Y 1999

Año	Superficie [ha]	Superficie [%] del contorno base
1954	1592	19.81
1985	1083	13.48
1999	854.54	10.63

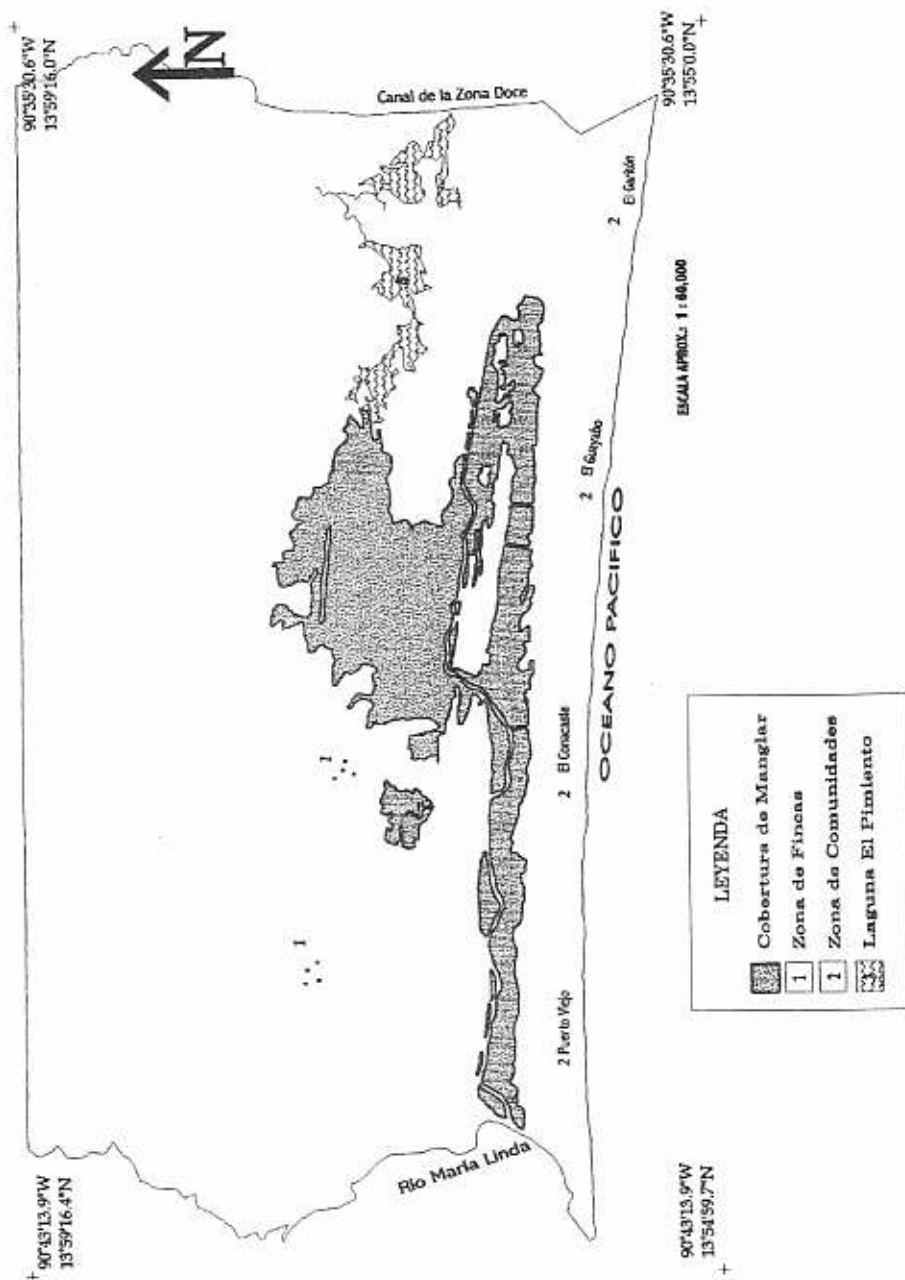
Figura 4
GRÁFICO DE VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE DE COBERTURA DE MANGLE RESPECTO AL TIEMPO



PERÍODO DE 1954 A 1985. La cobertura de manglar en 1954 era de 1,592 hectáreas, siendo este año el de la mayor extensión del ecosistema en el área. La cobertura de manglar del área de estudio en 1985 era de 1,083 hectáreas, que representaba un 13.48% del contorno base. Con esta información se sabe, entonces, que en el período de 1954 a 1985, se perdieron 509 hectáreas de manglar en el área estudiada, con lo cual se tiene una tasa de deforestación de 16.42 hectáreas/año para dicho período. Tal reducción de la superficie de manglar, se observa tanto en la zona cercana a fincas como en la cercana a comunidades, pero es más drástica en las cercanías de las aldeas Atitán, Puerto Viejo y Zunzo. De las causas de la reducción de la superficie de manglar en este período cabe destacar: uso sustitutivo del ecosistema por la industria camaronera de las cercanías a Atitán. La cosecha de corteza de *Rhizophora* sp. para la producción de taninos necesarios —en aquella época— para la tinción de cueros sobre todo en las zonas de mangle rojo cercanas a Puerto Viejo, Atitán, El Conacaste. Otra gran presión sobre el manglar del área en estudio, lo ha ejercido el cultivo del paxte (*Luffa cylindrica*), ya que se utiliza madera de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) como postes del tapesco del cultivo. En general, la tendencia de reducción de la superficie de manglar en el período en cuestión, concuerda la tendencia reportada en estudios como los de Morales y FAO.

PERÍODO DE 1985 A 1999. Para 1999 la superficie de manglar era de 854.54 hectáreas. Así, para este período, se ha producido una reducción de la superficie de manglar en 228.46 hectáreas de dicho bosque (a una tasa de deforestación de 15.23 ha/año). Compa-

Figura 5
COBERTURA DE MANGLAR DE 1954



rando el mapa de cobertura de manglar de 1999 con los mapas de cobertura de 1954 y 1985, es posible observar el deterioro y disminución de superficie de este valioso ecosistema a lo largo de los años. Para 1999 se observa un deterioro del manglar tanto en linderos como en el interior del bosque, es decir que este año ha podido detectarse la presión ejercida por el uso extractivo y el uso sustitutivo a que hacía referencia Jiménez en 1994.

La reducción de la superficie de manglar para los dos períodos de tiempo analizados es más evidente en áreas cercanas a centros poblados; asimismo, es factible notar cómo el límite del manglar se conserva e incluso se expande en áreas despobladas (específicamente la zona de lagunas del Este). De esto puede deducirse el papel que ha protagonizado el hombre en el deterioro de este recurso natural costero a través del tiempo, con la extracción de madera de mangle, en la búsqueda de la satisfacción desmedida de sus necesidades de madera para curtiembre de pieles, de madera para usos domésticos, para usos de construcción y de insumos agrícolas y en la búsqueda de más tierras para actividades agropecuarias.

9. Síntesis de los factores que determinan la población y distribución del manglar del área de estudio

MANGLE ROJO (*RHIZOPHORA MANGLE* L.):

- a) *Superficie y ubicación.* El mangle rojo está presente en un 51.67% del total de la superficie del manglar. Está presente en las unidades fisiográficas de terraza y depresión. De forma pura se le encuentra en una zona dinámica de flujo por mareas, al oeste del Canal de Chiqui-

mulilla. El mangle rojo crece junto a otras especies en zonas que poseen flujo por mareas (pero un flujo menos dinámico que el de zonas puras), como lo son la zona cercana al vericúete Magarín y el Este del Canal de Chiquimulilla. Puede observarse que el mangle rojo está ubicado en la zona externa asociada a canal.

- b) *Características físicas y químicas del suelo.* En zonas de mangle rojo puro los suelos son profundos, con un drenaje regular en todo el perfil. En unidades mixtas (con blanco y pumpo) el drenaje es regular pero con una capa arcillosa limitante poco profunda.

En unidades puras de mangle rojo, la salinidad intersticial del suelo es baja debido al flujo dinámico por mareas. El mangle rojo crece en un suelo dinámico desde el punto de vista químico, dado sus altos valores de CIC, materia orgánica y relaciones C/N.

- c) *Usos y peligros detectados.* En 1999 se detectó un uso de tipo extractivo del mangle rojo, en la demanda de madera para construcción de ranchos y para leña. Se observó un uso extractivo selectivo con preferencia en la madera de zonas puras de mangle rojo. De especial cuidado es la zona cercana a las aldeas El Conacaste y Atitán (unidades I y II) pues se ha detectado cambio de uso de la tierra por la creación de canales en zonas de manglar para el paso vía acuática a chalets privados. Esta canalización es un tensor que causa trastornos en el ecosistema de manglar, como lo indican Cintrón y Schaeffer.

En la unidad VIII se detecta un problema que consiste en dos bordas de tierra en la zona de manglar —para el paso de vehículos— que

cortan el libre flujo de agua de mareas. Otro peligro para el mangle rojo consiste en el corte selectivo de madera, pues el método tradicional de corte deja muchos residuos, que al ser arrasados por la corriente dañan los propágulos del manglar.

MANGLE BLANCO

(*LAGUNCULARIA RACEMOSA* GAERTN.):

- a) *Superficie y ubicación.* El mangle blanco es la especie más distribuida en el área de manglar, pues está presente en un 76.5% del total de la superficie del manglar, ocupando de forma pura un total de 404.15 hectáreas y 249.58 hectáreas de forma mixta con otras especies arbóreas. La especie se encuentra en las unidades fisiográficas de depresión y terraza. Está distribuida en toda la zona de manglar a excepción del área de mangle rojo puro, ubicada en la zona oeste del Canal de Chiquimulilla, en donde hay mayor dinámica de flujo por mareas.

En cuanto a la dinámica de inundación, el mangle blanco crece en una variedad de condiciones. Así, de forma pura está presente en un área con poca dinámica de inundación, siempre en la zona interna bajo clima seco estacional (clasificación Jiménez). Cuando hay mayor dinámica por flujo mareal se le encuentra de forma asociada a mangle rojo, incluso a pumpo, en la zona externa asociada a canal (clasificación Jiménez). También está presente en la zona con la menor dinámica de flujo de agua de forma asociada al mangle negro.

- b) *Características físicas y químicas del suelo.* El mangle blanco se desarrolla en suelos con una

amplia variedad de características físicas. En general se presenta en forma pura en suelos poco profundos, que poseen las texturas más arcillosas del área (drenaje y aireación deficiente y alta retención de agua y permeabilidad). En unidades mixtas (con rojo y pumpo) el drenaje superficial es regular pero con una capa limitante arcillosa poco profunda. También crece, acompañado de mangle negro, en suelos de alta permeabilidad y drenaje. El mangle blanco crece también en una amplia variedad de condiciones salinas del suelo, debido a su presencia en zonas de diferente posición fisiográfica y características hidrográficas. El mangle blanco está presente en áreas de valores bajos de CIC, de materia orgánica y de relaciones C/N (unidades III y IV), y también se le encuentra en zonas con los valores más altos de CIC y contenido de materia orgánica del manglar (unidades V, VIII y IX) en donde el flujo de agua no provoca ni largos períodos de inundación ni de sequía. Esto refleja la amplia gama de condiciones químicas del suelo en que crece el mangle blanco.

- c) *Usos y peligros detectados.* Se ha observado un uso extractivo selectivo de madera para construcción, para cercos y mayormente para tutores del cultivo del paxte (*Luffa cylindrica*). También para el mangle blanco se hace sentir la problemática del rompimiento del aporte de agua por causas humanas. Así, en la zona norte del manglar (unidades IV y VI) y al sur (unidad VIII) se observó la presencia de bordas de tierra que impiden la libre circulación del agua aportada a las unidades. El corte selectivo de madera de mangle blanco ejerce una fuerte presión sobre

el recurso, pues los residuos de corta, al ser arrastrados por las corriente de agua pueden dañar la regeneración del bosque. Probablemente el mangle blanco sea, para el año 1999, la especie de más demanda para usos extractivos de la zona de estudio.

MANGLE NEGRO (*AVICENNIA GERMINANS* (L.)L.)

- a) *Superficie y ubicación.* El mangle negro está presente en un 1.04% del total de la superficie del manglar, ocupando, de forma mixta con el mangle blanco, 8.86 hectáreas. Esto lo restringe a una zona relativamente pequeña del manglar. La especie está presente únicamente en la unidad fisiográfica de terraza, al noreste del manglar, en la zona interna del manglar que posee el menor flujo por escorrentía y por mareas (clasificación Jiménez).
- b) *Características físicas y químicas del suelo.* Se encontró que el mangle negro se desarrolla sobre un suelo de alta permeabilidad, drenaje y aireación. Sin embargo el suelo es poco profundo con una capa limitante de arena. Posee los valores más altos de salinidad intersticial del suelo de la zona interna del manglar por el pobre flujo de agua; sin embargo dada la textura gruesa del suelo, la salinidad no es de las más altas del manglar. Sin embargo se refleja poco dinamismo del suelo desde el punto de vista químico pues se dan los valores más bajos de CIC, de materia orgánica y de relación C/N, atribuidos a la falta de nutrientes aportados vía escorrentía como indican Pannier y Fraino.
- c) *Usos y peligros detectados.* Es más observable un uso sustitutivo de zonas con esta especie, ante

el avance de la frontera agropecuaria. El cambio de uso de la tierra (de zonas de manglar a zonas de pastos) es una fuerte amenaza de la especie. También es un peligro la presencia de bordas de tierra en el límite norte del manglar, pues así se corta la libre circulación del agua y rompe el ciclo natural de abastecimiento de agua necesario para el lavado de sales del suelo y aporte de nutrientes.

CONCLUSIONES

- 1) La superficie de manglar de 1999 es de 854,54 hectáreas, de las cuales la unidad de mangle blanco (*L. racemosa*) ocupa la mayor extensión y la unidad de mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) ocupa la menor extensión.
- 2) Las características fisicoquímicas del suelo que destacan en el estudio de la situación de la cobertura arbórea de mangle son: salinidad intersticial del suelo, textura, relación carbono/nitrógeno, contenido de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico.
- 3) La salinidad de los cuerpos de agua que influyen sobre el manglar y la salinidad intersticial del suelo del manglar se incrementan conforme disminuye la precipitación pluvial y el caudal del río María Linda.
- 4) La cobertura de manglar comprendida entre Puerto Viejo (Iztapa) y Zunzo (Taxisco) ha perdido 737.46 hectáreas en 45 años (período 1954-1999, a una tasa de 16.39 ha/año). Tal reducción es más evidente en áreas cercanas a centros poblados que en áreas despobladas.

BIBLIOGRAFÍA

- BENESSALAH, D. 1988. Manual on mapping and inventory of mangroves. Roma, Italia, FAO. 122 p.
- CHAPMAN, V.J. 1976. Mangrove vegetation. Vaduz, Liechtenstein, s.n. 197 p. Citado por: FAO (Italia). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. p. 14.
- CINTRÓN, G.; SCHAEFFER, Y. 1992. Ecology and management of new world mangroves. New York, EE.UU., Academic Press. p. 233-254.
- DAWES, C.J. 1986. Botánica marina. Trad. por Manuel Guzmán Ortiz. México D.F., Limusa. 673 p.
- EASTMAN, J.R. 1992. IDRISI version 4.0: user's guide. Massachusetts, EE.UU., Clark University, UNEP/GRID/UNITAR. 178 p.
- FAO (Italia). 1994. Directrices para la ordenación de los manglares. Chile. Estudio Fao Montes no. 117. 345 p.
- GÁLVEZ MARROQUÍN, I. 1994. Estudio de la situación actual del cultivo de paxte (*Luffa cylindrica* (L.) Roem) en la franja litoral del pacífico de los municipios de Taxisco, Santa Rosa e Iztapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
- GUEVARA MANCERA, O. *et al.* 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del pacífico colombiano. Santa Fe de Bogotá, Col., Ministerio del Medio Ambiente/Organización Internacional de Maderas Tropicales /Asociación Colombiana de Reforestadores. 178 p.

- _____. 1994. Los manglares del Pacífico Centroamericano. Heredia, C.R., EFUNA. 352 p.
- LEMUS, M. *et al.* 1992. Relación entre la población humana y el uso de mangle en 7 aldeas de Taxisco, Santa Rosa; Informe de Estudios de Sistemas Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
- MARÍN MELÉNDEZ, M. 1991. Estudio de caso sobre el uso actual de la Reserva Forestal Terraba-Sierpe y evaluación de la rentabilidad de un proyecto de maricultura y silvicultura para Coopemangle. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 137 p.
- MORALES CALDERÓN, J. 1979. Importancia nacional del uso y manejo racional, para la conservación del mangle (*Rizophora mangle* L.) en el litoral del pacífico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 92 p.
- PANNIER, F.; FRAINO PANNIER, R. 1977. Interpretación fisiológica de la distribución de manglares en las costas del continente suramericano. Interciencia (Ven.) 2(3):153-161.
- SÁNCHEZ PEÑA, R. 1986. Metodología descriptiva para determinar los posibles usos de las áreas de manglares y su aplicación en Coronado-Sierpe, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. Departamento de Recursos Naturales Renovables. 216 p.
- SANTOS, G.; VÉLIZ, R. 1997. Instructivo para digitalización con Atlas Draw, versión 2.1. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, USIG. 6 p.
- SCHAEFFER NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. 1986. Guía para estudio de áreas de manguezal; estrutura, função e flora. São Paulo, Bra., Caribbean Ecological Research. 150 p.

- SOTO, S.M. 1991. Estudio preliminar del recurso mangle y su aprovechamiento en cinco comunidades aledañas al canal de Chiquimulilla en el departamento de Santa Rosa. Inv. Inf. EPS. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 38 p.
- STANDLEY, P.; WILLIAMS, L. 1962. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Natural History Museum, Fieldiana Botany. v. 24, pt. VII, no. 2, p. 263-277.
- UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMÍA. 1992. Manual de laboratorios de suelos II. Guatemala. 32 p.

LOS AUTORES

Armando Cáceres Estrada

Químico Biólogo de la Facultad de Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Medalla Universitaria 1999 y Medalla del CONCYT como mejor Investigador de 1998.

Helmer D. Ayala Vargas

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

José Vicente Martínez Arévalo

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

Marco Vinicio Morales de la Cruz

Estudiante de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Ayudante de cátedra de la Subárea de Ciencias Químicas de la FAUSAC.

Mario H. Rivera Ordóñez

Estudiante de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Investigador de su tesis de grado.

¿POR QUÉ EL NOMBRE TIKALIA?

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

Contribuciones al estudio del pericón
Tagetes lucida Cav. en Guatemala

Los chiles de Petén

Elementos para el manejo sostenible
de zarzaparrilla (*Smilax* spp.)
en condiciones de bosque

Estudio de factores que determinan
la población y distribución del mangle
comprendido entre Puerto Viejo
(Iztapa) y Zunzo (Taxisco)

Facultad de Agronomía
Universidad de
San Carlos de Guatemala

