

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS



*Estudio ecológico y florístico del cráter
del volcán San Martín Juxtla,
Veracruz, México.*

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

PRESENTA:

CARLOS ALVAREZ DEL CASTILLO GONZALEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi familia con todo cariño

*Al Dr. John H. Beaman
que con sus conocimientos, dirección
y experiencia hizo que lograra esta
meta que hoy culmina.*

C O N T E N I D O

I.	RESUMEN.....	1
II.	INTRODUCCION.....	5
III.	HISTORIA GENERAL DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL VOLCAN.....	8
IV.	GEOLOGIA.....	17
V.	FISIOGRAFIA E HIDROGRAFIA.....	21
VI.	CLIMA.....	25
VII.	SUELOS Y PETROGRAFIA.....	30
	1. Metodología.....	31
	2. Análisis de los resultados.....	32
	3. Descripción del perfil.....	35
	4. Algunas observaciones para los perfiles.....	37
	a. pH.....	37
	b. Textura.....	37
	c. Nitrógeno nítrico y amoniacal.....	38
	d. Fósforo.....	38
	e. Potasio y Calcio.....	39
	5. Conclusiones.....	39
VIII.	IMPORTANCIA ECONOMICA DEL AREA.....	41
IX.	LA IMPORTANCIA DE UN PARQUE NACIONAL O RESERVA BIOLÓGICA EN EL VOLCAN SAN MARTIN TUXTLA.....	44

X.	VEGETACION.....	47
	1. Antecedentes.....	47
	2. Métodos.....	55
	3. Comunidad de la selva perennifolia.....	58
	a. Resultados de los transectos punto-cuarto.....	58
	b. Altura de los árboles.....	63
	c. Diámetro de los árboles.....	63
	d. Anillos de crecimiento de los árboles.....	64
	e. Estrato herbáceo arbustivo.....	66
	4. Comunidad de la Sabana.....	68
	5. Comunidad del Arenal.....	70
	6. Discusión.....	71
XI.	FLORA.....	77
	1. Métodos.....	78
	2. Lista de las especies.....	80
XII.	LITERATURA.....	97

AGRADECIMIENTOS

El autor desea hacer patente su agradecimiento a los especialistas que la elaboración de esta tesis exigió su consulta.

Al gran botánico Dr. John H. Beaman. Profesor de la Universidad del Estado de Michigan, investigador visitante del Programa Flora de Veracruz durante el año de 1971, quién sugirió el tema y nos guió todo el tiempo en este trabajo, tanto en el campo, como en el herbario y en la revisión del texto.

Al Programa Flora de Veracruz que me otorgó una beca para realizar este trabajo.

A las personas: Dr. Arturo Gómez Pompa, Dr. José Sarukhán, M. en C. Mario Sousa y M. en C. Rafael Martín del Campo, por su gran ayuda brindada en la revisión del texto y por sus acertadas sugerencias al mismo.

A la M. en C. Margarita Soto por la ayuda en la revisión del capítulo de clima.

Al M. en C. Antonio Flores Díaz por su desinteresada asistencia en la parte de suelos y petrografía, además también al Ing. Manuel Reyes Cortés que se avocó a la identificación del material petrográfico y a todo el personal técnico en suelos del Departamento de Prehistoria del I.N.A.H.

Al personal de la Estación de Biología Tropical los Tuxtlas Veracruz: Refugio Cedillo Trigos, Ismael Calzada y Alberto Rodríguez y a su director M. en C. Antonio Lot Helgueras y al Biol. Victor Toledo por todas las facilidades brindadas.

Por otra parte es necesario hacer mención de todos los amigos biólogos y técnicos del Herbario Nacional de la U.N.A.M. por sus sugerencias y ayudas en este trabajo.

I. RESUMEN

El Volcán San Martín Tuxtla está situado en la Sierra de los Tuxtlas en el SE de Veracruz. Tiene una altura de 1738 m y su cráter presenta un diámetro de ca. 1.5 km y una profundidad de ca. 190 m, dentro del cráter existen 2 pequeños conos. El tipo de clima probablemente es templado húmedo, con muy alto nivel de precipitación, aunque los meses de febrero a mayo son más secos que los demás. Una neblina bastante frecuente que mantiene la atmósfera húmeda e impide la penetración de la luz solar. Los vientos del NE son frecuentes y en muchos casos son muy fuertes. La más reciente actividad del Volcán data del año 1793. Parece que casi nada de la selva sobrevivió a estas erusiones. Todavía hay una débil actividad de fumarolas en el borde SE. Del exámen de la literatura se desprende la evidencia de que a finales del siglo XIX la vegetación presentaba menor desarrollo que en la actualidad. Los suelos actuales son húmedos, someros, pobres en minerales disponibles, con alto nivel de alófanos, y de textura arenosa. También hay dentro del cráter y especialmente en el lado N grandes pedregales.

El tipo de vegetación dentro del cráter y en todo el exterior arriba de cerca 1,450 m es selva baja perennifolia, aunque hay una pequeña sabana en el piso del cráter y una área de arena suelta (el arenal) en el lado W. La fisonomía de esta vegetación es muy parecida a la de varios lugares de elfin forest

o mossy forest en Las Antillas y en Malasia. Además, varios géneros son los mismos en San Martín y Las Antillas. La estructura de la selva fue analizada usando el método de punto-cuarto con un total de 200 puntos. Con este método fueron reconocidas 21 especies de árboles. Oreopanax xalapense es el árbol más importante y Rapanea jurgensenii es el segundo en importancia. Otras especies importantes son Senecio arborescens, Viburnum acutifolium, Ilex pringlei, Clethra suaveolens, Chamaedorea aff. tepejilote, Clusia salvinii, Gaultheria nitida. Aunque usualmente en otros lugares este tipo de selva caracteriza por un estrato arbóreo, en el Volcán San Martín, Senecio arborescens y Chamaedorea aff. tepejilote constituyen un estrato arbóreo inferior. Los árboles dominantes tienen una altura entre 3 y 18 m. Parece que los vientos son un factor muy importante en la determinación de la altura de la selva, porque en lugares muy expuestos, los árboles son mucho más bajos que en lugares protegidos del viento. Aunque la mayoría de las especies conservan sus hojas por un corto tiempo entre los meses de diciembre y marzo. Los troncos y ramas de los árboles presentan en muchos casos, formas distorsionadas y están cubiertos en forma abundante por epifitas tales como: briofitas, helechos y angiospermas, especialmente orquídeas. De unas pocas muestras de cortes transversales de troncos, parece que los árboles importantes tienen un rango de crecimiento de diámetro muy rápido y alcanzan una edad

no muy grande.

El estrato herbáceo-arbustivo de la selva fue muestreado con 50 cuadros de 1 m² localizados al azar. De las 32 especies encontradas, Chamaedorea aff. elegans (carricillo) y Uncinia hamata fueron las más importantes. Desde el punto de vista económico, esta especie de Chamaedorea es ahora la planta más importante de la selva debido a su alto valor comercial en arreglos florales.

Para analizar la sabana en el piso del cráter se usaron también 50 cuadros de 1 m². De las 31 especies encontradas, las más importantes fueron Andropogon virginicus, Hieracium abscissum y Panicum xalapense. La vegetación del arenal no fue analizada con técnicas especiales, pero especies importantes fueron Gaultheria nitida, Senecio arborescens, Myrica cerifera y otros.

La lista de especies en la flora incluyó un total de 147 especies, de las cuales 15 son no vasculares y 132 son vasculares. Son 6 líquenes, 5 hepáticas, 4 musgos, 19 pteridofitas y 113 angiospermas en 46 familias y 98 géneros. Las familias con mayor número de especies son las Compositae y Orchidaceae con 20 especies cada una, la Polypodiaceae con 16, y la Gramineae con 11. Las orquídeas y helechos son en su mayoría plantas de la selva y las compuestas y gramíneas son importantes debido a su abundancia en la sabana. Las especies comunes de árboles en

en su mayoría tienden a distribuirse hacia el sur o son endémicos en las regiones donde se desarrolla el "bosque caducifolio" y "bosque mesofilo de montaña" en México.

Parece que la selva baja perennifolia del Volcán San Martín es una vegetación muy joven, con amplio desarrollo después de la última actividad volcánica sucedida hace solamente ca. 180 años. A pesar de esta juventud del habitat, la selva tiene una estructura bien desarrollada y una flora bastante compleja en su composición. Es muy probable que la vecina Sierra de Santa Marta, con su actividad volcánica mucho más antigua, haya constituido una importante reserva de las especies que colonizaron el San Martín.

Uno de los objetivos que se planteó en este trabajo, es la de pugnar por la protección de la selva en el Volcán San Martín, y que sea conservada como un Parque Nacional o una reserva biológica.

II. INTRODUCCION

Cerca de la Costa del Golfo de México en el sureste de Veracruz, existen cientos de conos volcánicos de muy variado tamaño y edad. El área representa la extensión más oriental del Eje Neovolcánico Transversal, el cual cruza el país a la altura de la Ciudad de México. Esta área es conocida con el nombre de Sierra de Los Tuxtlas; y suministra los habitats para la selva tropical, siendo una de las zonas de más extensión septentrional en Norteamérica (Pennington y Sarukhán, 1968; Gómez-Pompa, 1973).

Richards (1952), hace notar que a medida que se incrementa la altitud sobre el nivel del mar en la zonas tropicales o cá lido-húmedas la exhuberante selva tropical de las tierras bajas da lugar a otra comunidad baja de estatura, simple de estructura y florísticamente pobre. Este tipo de formación se encuentra en las sierras y picos aislados de varias partes del mundo tropical, y recibe el nombre de selva tropical de montaña. En México es co nocida con el nombre de selva mediana o baja perennifolia (Miran da y Hernández X., 1963; Pennington y Sarukhán, 1968). En la región de Los Tuxtlas ocurre en las cimas del Volcán San Martín, y en la Sierra de Santa Marta, entre los 1,450 a 1,738 m; también en otros cerros más bajos de Los Tuxtlas con altura entre 800 y 1450 m. Comunidades vegetales similares en otras partes de México, han sido descritas en Chiapas por Miranda (1952). Este tipo

de vegetación se encuentra florísticamente relacionado muy cercanamente al tipo de vegetación conocido como bosque caducifolio o "cloud forest", que tiene amplia distribución en México.

A nivel mundial, este tipo de vegetación ha sido descrito por diversos autores y se le conoce con diferentes nombres. En las Indias Occidentales (Antillas Mayores y Menores) Howard (1968) y Beard (1944) le dan los nombres de "Elfin woodland" y "Elfin forest". En América del Sur, Africa y Asia Richard (1952) la cita como Selva Tropical de Montaña, van Steenis (1972), la cita de Malasia y Brown (1919) de Filipinas. La descripción morfológica es similar en todos los sitios nombrados; los árboles son achaparrados, raramente exceden los 15 metros y crecen en forma densa composición. El piso de esta selva, así como los tallos, ramas y partes expuestas de los componentes de ella se encuentran cubiertos de briofitas, helechos, epifitas vaculares (orquídeas, bromelias, peperomias y algunos bejucos delgados). La vegetación en la cima de estas montañas parece estar siempre azotada por vientos húmedos, así como bañada en neblina y nubes, de modo que da la impresión de humedad, frío y casi impenetrable maraña.

Uno de los hechos más importantes concernientes a la selva baja perennifolia sobre el volcán San Martín Tuxtla, es que ésta se desarrolló sobre materiales originados de una erup-

ción del mismo en 1793, con intensidad aparentemente suficiente para matar la mayor parte o toda la vegetación anteriormente existente.

III. HISTORIA GENERAL DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL VOLCAN SAN MARTIN TUXTLA.

En su Historia de San Andrés Tuxtla Medel y Alvarado (1963, p.29) señalan que "... no obstante su progreso evolutivo, ha olvidado su historia en Ixtlán, pueblo cuyo asiento anterior y exacto, se desconoce: aunque según la tradición verbal estaba situado al Oriente del Titépetl y debido a la violenta erupción del mismo, acaecida en 1530 o 1532, sus pobladores se vieron obligados a salir en busca de refugio... "Ellos se establecieron en lo que hoy es San Andrés Tuxtla. Medel y Alvarado señalan que hacia el Golfo, el Titépetl, hoy llamado Volcán San Martín Tuxtla, sobresale formando acantilados; desde Santiago Tuxtla y Catemaco se ve desfigurado por una depresión hacia el mar, vista desde este solar luce siete picuillos de los que el más alto se levanta a 1,500 m sobre el nivel del mar. Otra erupción referida por el autor se dice que tuvo efecto un 15 de Octubre de 1664,* de la que tanto unos la marcan como violenta, otros refieren que sembró terror momentáneo entre los habitantes de San Andrés y Catemaco, sin haber causado grandes daños. Mociño (1870) comunica que en el siglo XVII, según informes que he recibido de algunos ancianos de esta localidad, vomitó llamas y arenas el monte de San Martín, que se halla situado al Norte del pueblo de San Andrés, a poco más de dos leguas de distancia: aseguran haberse esto ve-

* García (1835) indica la fecha como 15 de enero de 1664.

rificado un día 15 de octubre. El año no lo precisó Mociño, pero muy probable corresponde a 1664, fecha señalada por Medel y Alvarado.

Mociño relata las erupciones de 1793 como sigue:

El día 2 de Marzo del presente año [1793] a las cuatro de la tarde,

"se oyeron en estos pueblos hacia el referido cerro, unos grandes truenos que sin embargo de ser subterráneos, creyó todo el vecindario fuesen efecto de una recia tempestad, cosa á que habian experimentado muy expuesta la mencionada serranía. Una espesa nublazón cubría la cima de los montes, de modo que parecía aproximarse uno de los mayores aguaceros. A las seis se dejó ver en Tuxtla, por el Nordeste, y aquí por el Noroeste de la montaña, una gran columna de fuego, de cuyo centro se disparaban con estruendo muchísimas centellas que culebreaban en diversas direcciones" ..

El 22 de Mayo, á las siete de la mañana, soplando el viento por el Norte, fué la segunda erupcion. La elevacion del fuego mucho mayor que la primera, mas frecuente el relampagueo, mas desecha la nublazon y más copiosa la lluvia de arena. El sol se oscureció tanto, más de quince leguas en contorno, que á las doce del día fué indispensable valerse de las luces artificiales.....

El 28 de Junio fué mayor la erupcion á las seis de la mañana. El viento del Sur arrebató para la mar, montes de Tecolapa y camino del Marques la copiosa arena que estaba vomitando la montaña, Se desfiguró tanto el camino, que el correo semanario tuvo que volverse con su baliya á Tuxtla. La arboleda pareció, con todo lo que componia grandes y deliciosas emboscadas, que hacian un sombrío grande en el distrito de diez leguas. Troncos quemados son las tristes reliquias que dejó el fuego en los tres días que duró la tormenta, á que sucedió en los mismos términos que ántes la deseada calma.

No se disfrutó de esta mas que hasta el 26 de Agosto, en cuya noche, precediendo grandes aguaceros y frecuentes rayos, se encendió de nuevo, y continuó arrojando impetuosamente sus materiales, hasta no sé qué día del mes de Octubre, porque la continua nubla zon, lluvias y huracanes del Norte nos quitaron de la vista por mas de treinta dias, los montes vecinos.

Mociño hizo dos viajes al volcán, y unos de sus comentarios siguen:

El 23 de Setiembre me aproximé al volcan en obediencia de la superior órden de su excelencia, que con fecha 13 del mismo mes me comunicó el director del real jardin y expedicion botánica, D. Martin de Sesé, y en sus inmediaciones advertí que la arena habia subido mas de tres varas castellanas en una circunferencia de cerca de tres leguas de diámetro, cuya cantidad, aun calculada por lo mas bajo (pues en algunas partes era la elevacion de cinco á seis varas) produce cincuenta y siete millones, ochocientos setenta y cinco piés cúbicos.

La columna de fuego que salia del cráter en este dia, tenia un diámetro de mas de cuarenta varas y una elevacion que me parecia, contando con el humo, de mas de ciento.

El que se figure un chorro de fuego, perfectamente semejante al de los cohetes y del tamaño que llevo referido, se formará la mas perfecta idea del que se presentó á mis ojos. Entre él se elevaban muchísimas piedras de diversa magnitud, tan encendidas todas, como el hierro en la fragua del herrero. Las mayores caian casi perpendicularmente sobre la misma boca que las vomitaba, y las menores á la circunferencia, con particularidad hácia el Norte.

Mas de un mes tuve que diferirlo, obligado de los tempestuosos temporales que ha habido en todo el mes de Octubre pasado y mas de la mitad de este.....

El 21 del corriente, que fué el primer día se reno que se presentó, resolví concluir mi encargo, y con un numeroso acompañamiento llegué a la cumbre del volcan á la una de la tarde, llevando conmigo para

que lo dibujase, al dibujante de la expedición D. Antonio Echeverría, que no había podido acompañarme por estar accidentado.

Todo lo encontré muy desfigurado respecto al que había visto la vez primera. Al pié de la montaña no se percibía ruido alguno y en su cumbre no había otro que el semejante á un río caudaloso que se precipita á quince ó veinte varas de profundidad,

En el sitio en que quedó la inscripción, había subido mas de ocho piés la arena, y el fuego se había disminuido mas de dos tercias partes, tanto por lo respectivo al diámetro de la columna, como por su elevación.

Con esto tuve la felicidad de ver una gran parte del fondo de aquella horrible chimenea que no tiene treinta varas de profundidad perpendicular. Por entre innumerables grietas sale un vapor parecido á la neblina que se eleva muy poco de la tierra y conserva llena de humedad. Por la banda del Norte sale con mayor abundancia, y subsisten allí las piedras ardiendo, tan convertidas en ascuas como las que se disparan en las erupciones impetuosas de la fragua que está al Nordeste. La peñasquería que se ve por el hundimiento por estar ya desplomada, ser en ella mas recios los temblores y tener á su pié un incendio que aunque no tan voraz como al principio, no deja con todo de ir haciendo sus escavaciones.

Conjeturo que la boca que arde actualmente con fuerza, presente dentro de pocos días, ó algunos meses una vista semejante á la de otra que parece estar próxima á apagarse;....

En el borde interior de la hornilla que está al Noreste, á ménos de una vara del mismo fuego, dejé enterrada otra botella con una inscripción poco diversa de la anterior. Apenas podíamos mantenernos Villar, el criado, Calderon y yo en este arriesgado sitio. El humo nos envolvía algunas veces, y nos robaba de la vista de nuestros espectadores. Lo peor era que se nos quemaban los piés, no obstante que al asentar el uno, levantábamos el otro con suma velocidad; tostados sacamos los zapatos, y al descender del pepueño [sic] ce-

rrito que por todas partes está humeando, sentiamos hasta las pantorrillas un vapor poco menos que de agua hirviendo que no dejó de escaldarlas completamente. La sal de tártaro antes de media hora había sufrido su delicuescencia.

El 20 de marzo de 1820, García y Balwin (1835), estuvieron en la cima del volcán San Martín Tuxtla y comentan que "...Nosotros observamos que en muchos lugares la vegetación había hecho mucho progreso, especialmente sobre una cordillera que corre paralelamente al cráter; de las paredes y piso del cráter del volcán sale continuamente humo. Dentro del cráter hubo unos arbustos de "Myrthen" en no muy buen estado de salud y unos pastos secos..."

Zerega (1870) comunica como resultado una expedición realizada en agosto de 1859, que el volcán mide 7,500 pies de altura en el borde sur del cráter.

Señala, por otra parte la depresión tan notable de este volcán, como el de todos los cerros que componen la extensa cratera del cantón de Tuxtla. Parece que por razón de los fuertes vientos del norte que reinan en aquella costa durante el invierno, se aglomeran la mayor parte de las escorias y cenizas al lado sur, y tal vez esta sea la causa de la depresión al norte.

Según Zerega:

El cráter del San Martín tiene tres conos de

erupción: dos casi iguales y como de 150 pies de altura sobre sus bases, y uno más pequeño, como de 100. Todos tienen en su boca bastante vegetación, y han debido transcurrir algunos años para formarse la capa de tierra vegetal que la sostiene. En 1828 no la tenían cuando ascendieron al cráter varias personas conocidas en San Andrés. Esta vegetación indica por otra parte, que los conos han cesado de despedir gases sulfurosos hace ya tiempo, y que completamente apagados, han permitido que se desarrollen las plantas que ahora vemos. No notamos pájaros de ninguna especie desde que salimos de los bosques al pié del volcán; y aunque se asegura por algunos cazadores que dentro del cráter hay venados que se alimentan con la yerba que crece allí y chupan el agua del musgo que rodea los troncos de los árboles y arbustos, no tuve ocasión de confirmar esta aseveración.

Los árboles podrán tener de 15 a 20 piés de altura, y es de notarse que los haya en la cúspide de los conos y no en los flancos ni en los lados interiores del cráter.....

Nelson y Goldman, visitaron el volcán del 11 al 13 de mayo de 1894. Ellos subieron por la vertiente sur, acampando a 4,400 pies de altura. Comentan que el volcán estaba entonces extinto y completamente cubierto con vegetación (Goldman, 1951). Su descripción de la ascensión debe ser citada:

No land about the volcano is cultivated, and the main mountain and adjacent ridges from flanks to summit are covered with virgin forest, including many very fine trees. Among these were Spanish cedars, wild figs, and figs, and others of large size. From the sloping plain the heavy forest, full of small palms, vines, and other undergrowth up to 4,800 feet changed but little. Above 5,000 feet the vegetation became altered in character; trees gave way to thickets of bushes, patches of orchids, and mosses were common, on the extreme summit at 5,650 feet the bushes were only 6 or 8 feet high, and many small open areas were seen. The character of the vegetation and abundance of hanging and other mosses on trees indicated that the maximum moisture is received at altitudes ranging from 4,000 to 5,000 feet.....

Medel y Alvarado (1863) describe un extraordinario temporal el que ocurrió en 1899, el cual pudo haber tenido efectos significativos sobre la vegetación del volcán San Martín. Señala él que un norte empezó el 5 de febrero; los resultados de él, los describe como sigue:

Desde la caída del norte, el horizonte se cubrió con un sudario de densas nubes blancas que impedían el paso de la clara luz solar. Mas el miércoles 9 DE FEBERO DE 1899, habiendo subido la temperatura algunos grados hacia el medio día, una blanda brisa fue disipando las nubes de todo el valle y sus contornos, permitiendo verse la falda de las montañas, menos sus crestas; y como a las cuatro de la tarde, el mismo soplo acariciador de frondas hizo correr el volante cortinaje de blancas nubes al norte de la población, como para mostrar la Sierra esplendorosa; y los vecinos del barrio de Belén Grande sudoriental fueron los primeros en contemplar el bellísimo cuanto singular espectáculo de que la abultada prominencia del San Martín, en su parte más alta y media, con arrogancia suma ostentaba un deslumbrante planchón de hielo que a los reflejos del sol próximo al ocaso, la ilusión de óptica le hacía emitir luminosos destellos.

Excepto por los efectos que esta nevada pudo haber tenido sobre la vegetación, posiblemente descontamos el relato que hace al respecto Friedlaender (1924) correspondientes a cómo su guía le describió la vegetación en 1901, indicando que el borde del cráter exterior no tenía ninguna vegetación. Friedlaender nota que en 1922 este lugar ya estaba cubierto con selva joven de 5 a 10 m. El describe también que los conos en el cráter ya mostraban vegetación, pero muy escasa en el fondo, y la lava de bloque de 1793 tuvo escasa vegetación de estepa.

Wetmore (1943), hace referencia del ornitólogo Carriker, el cual visita el volcán San Martín Tuxtla en 1940 y comenta que "...Carriker hizo su base en El Tular, donde un pequeño arroyo emerge de un canal subterráneo en la parte final de un pequeño valle y fluye al sureste..." Arriba de El Tular él encontró solo un escurrimiento de agua, el cual fluye sobre roca volcánica hacia una profunda cañada al sitio llamado La Cocina donde el camino en mula termina.*

La subida de La Cocina a la cumbre, es sobre una estrecha vereda a lo largo de un angosto lomo, este escarpado sitio puede realizarse su recorrido en más o menos una hora por un experto trepador. La montaña acorde al barómetro de Carriker marca alrededor de "5,500 pies". El bosque denso bordea el cono hacia su interior a "pocos cientos de pies" del borde del cráter, mientras que los árboles de reducido tamaño continúan hacia el borde donde son distorsionados y torcidos y están cubiertos por

*Posiblemente hoy a este lugar le llaman El Aguaje, y otro lugar al sur de Cerro Vigía a una altura de cerca 1,100 m en el bosque de Liquidambar entre la sabana con altura de 1,050 m y la cresta oeste de Cerro Vigía donde pasa el camino a Montepío le llaman La Cocina.

musgo. Desde el borde de esta arboleda, una correoza maleza, casi impenetrable corre hacia abajo dentro del cráter, en el fondo se encuentra un bosque de imponentes proporciones. Carriker pensó que la profundidad es alrededor de "800 pies" y notó dos pequeños respiraderos, con conos y crateres menores elevándose del piso. Estos estuvieron cubiertos de vegetación. Una pequeña área en el cráter principal, de aproximadamente "10 acres", estuvo casi sin vegetación, teniendo solo unos árboles esparcidos...

IV. GEOLOGIA

La Sierra de Los Tuxtlas (Fig. 1) está situada en el extremo este del Eje Neovolcánico, el cual incluye todos los grandes volcánes de México. El Volcán San Martín Tuxtla es la montaña más alta en la Sierra de Los Tuxtlas, y es el único en esta área que ha hecho erupción en fechas históricas. Según Lorenzo (1959), el Volcán San Martín está situado sobre la falla Clarión, la cual se extiende hacia el oriente de las Islas Revillagigedo en el Oceano Pacífico. Otros volcanes en esta falla, que corresponden muy cercanamente al paralelo 19° de latitud N, son los de Colima, Tancítaro, Popocatépetl, y Pico de Orizaba. Aunque su más reciente erupción fué en 1793, el Volcán San Martín es señalado como un volcán activo, así como también el Popocatépetl y Pico de Orizaba por (Mosser, et al. 1958).

Además el Volcán San Martín Tuxtla forma parte de la Sierra de Los Tuxtlas, que consiste de cientos de otros conos volcánicos, y un complejo de tierras montañosas muy gastadas. La Sierra está caracterizada por dos principales macizos montañosos, uno situado en el noroeste (en su centro el Volcán de Santa Marta). El Lago Catemaco y la Bahía de Sontecomapan están, situados en medio de los dos macizos.

La actividad volcánica ha sido mucho más reciente en el macizo noroeste que en el macizo sureste, y esto puede ser ob-

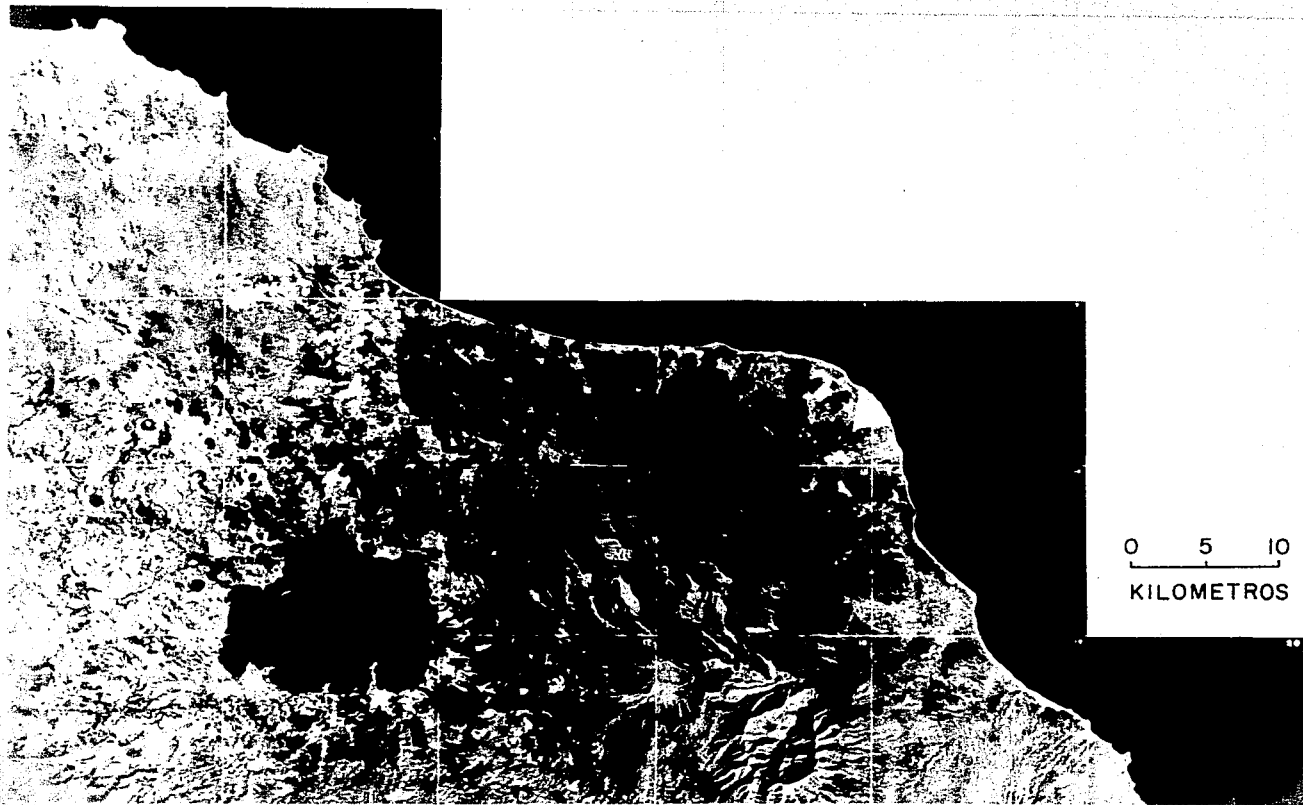


Fig. 2. Fotografía aérea vertical de la Sierra de los Tuxtlas. Aereocartografía de México, S.A., de fotos tomadas en 1967.

servado muy claramente en la fotografía aérea (Fig. 2). Los rasgos superficiales del macizo sureste están muy fuertemente gastados, mientras que virtualmente todos los volcanes del macizo noroeste preservan su característica conformación de cono-cráter. El único cono-cráter reconocido en el macizo sureste es el de Santa Marta, aunque también el Volcán San Martín Pajapan (hacia el sureste de Santa Marta) aún tiene un cráter reconocible. Unos cuantos conos recientes ocurren en el este de Lago Catemaco, pero estos no se extienden mas allá de 5 km hacia el oriente de la costa este del Lago. Por la carretera de Tabanca a Bastonal en el lado este del Lago Catemaco, también un marcado contraste puede ser observado en las características del suelo hasta cerca de cinco kilómetros al este del Lago. Hacia el oeste, los suelos son de ceniza volcánica relativamente joven, mientras que hacia el este son de textura fina, arcillo-arenosos y arcillosos.

Andrle, (1964) indica que son evidentes siete principales centros de erupción en la Sierra de Los Tuxtlas, aunque él sugiere que algunos otros más viejos probablemente han sido sepultados. Todos los conos visibles en la Fig. 3, están asociados con el Volcán San Martín centro de la erupción. Según Andrle, no hay evidencia geológicas de que la Sierra de Los Tuxtlas estuvo en algún tiempo conectada a otras montañas

por una elevada cordillera. Concluye que este levantamiento volcánico data del Plioceno tardío y está compuesto de andesita antigua y más recientes flujos de lava y escoria volcánica y que fue originado después de la última inundación marina.

El Volcán San Martín Tuxtla presenta una regular forma cónica, está compuesto de olivino basalto, con un cráter de cerca 1.5 km de diámetro. En el interior del cráter principal están dos conos subsidiarios de escoria, situados en un eje noroeste-sureste que se extiende hacia el sureste por una cresta a otros conos exteriores del cráter (Figs. 3, 4). El cono más grande recibe el nombre de Faisán. Al pie de los conos chicos dentro del cráter está una zona de bloques de lava, los cuales fluyeron fuera del cráter principal hacia el norte. Friedlaender (1924) indica que los flujos de lava son del tipo de la lava acordonada de 1793, aunque algunos flujos de más al oriente parecen más antiguos y pueden datar desde la erupción de 1664. Los bordes sur y oeste del cráter, así como las laderas, están cubiertos de ceniza y lapilli. Las laderas superiores exhiben muy fuertes rasgos erosivos. El borde suroeste del cráter desciende rápidamente con declives pronunciados hacia el norte, con varios peñascos basálticos. El borde noreste del cráter corre gradualmente dentro de los flujos de lava del pedregal que van hacia el norte.



Fig. 3. Fotografía aérea vertical del Volcán San Martín Tuxtla (parte superior izquierda) y aérea circundante. Aereocartografía de México, S.A., de fotos tomadas en 1967.

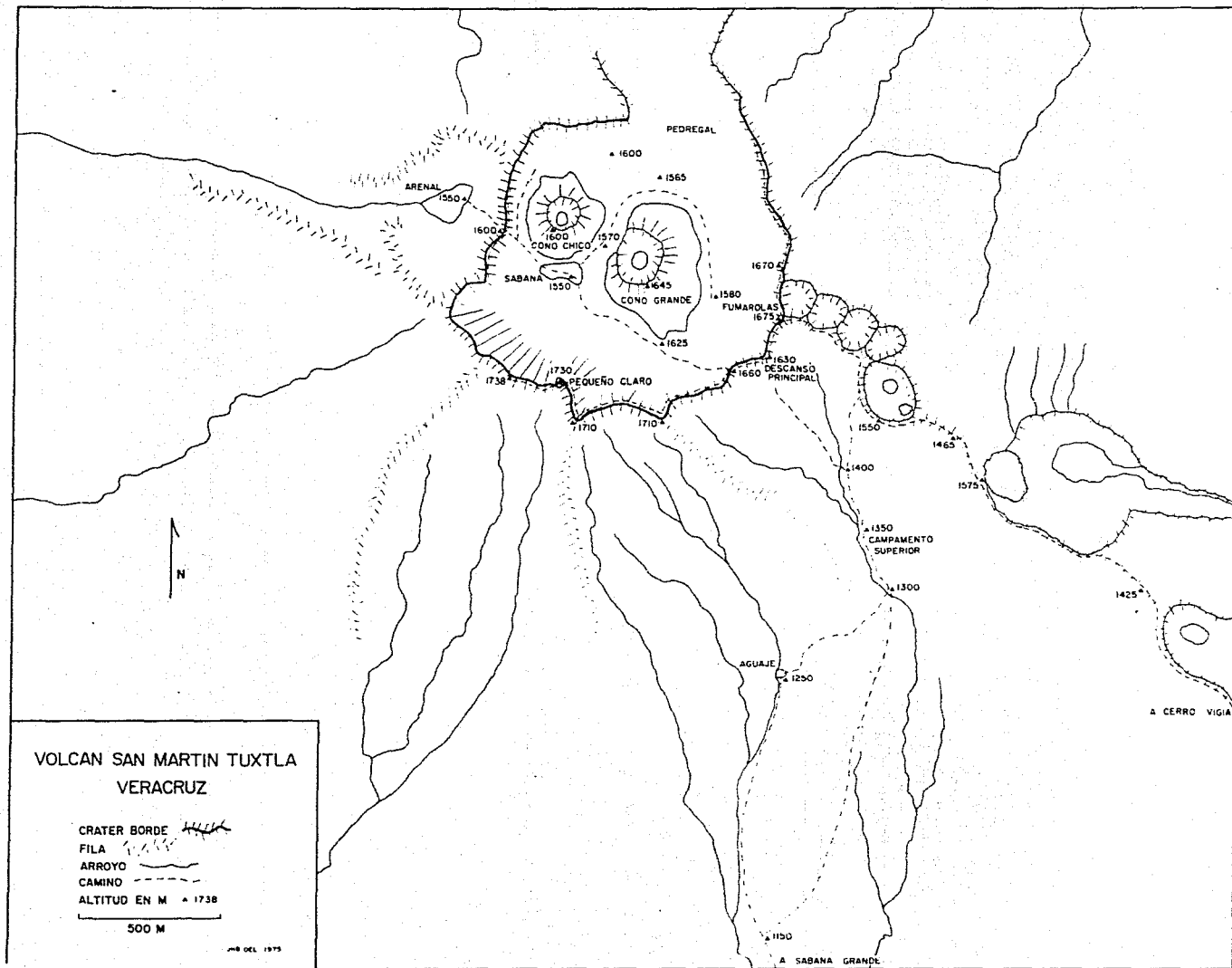


Fig. 4. Mapa del Volcán San Martín Tuxtla, basado en el fotomosaico de la Fig. 3.

Mucha actividad fumarólica fue observada en 1829 por García (1935). Friedlaender (1924) señala que el no vio indicios de fumarolas en el tiempo de su visita en 1922. En 1972 vimos varios agujeros que emitían aire algo caliente y húmedo. Estos agujeros ocurren en el borde este del cráter, 92 m al N del punto más alto del borde sudeste (ver Fig. 4)



Fig. 5. Vista del Volcán San Martín Tuxtla, lado sur, observado desde la gran sabana a 1,000 m de altitud. Febrero/1972.



Fig. 6. Derrumbes en la pared sudoeste del interior del cráter del Volcán San Martín Tuxtla. Marzo/1973.

V. FISIOGRAFIA E HIDROGRAFIA

El Volcán San Martín Tuxtla está localizado a los 18° 35' de latitud N y 95° 10' de longitud W (Fig. 1). Su altitud ha sido muy diversamente reconocida, según como se muestra abajo:

Zerega, 1870	7,500 pies 2,250 m
Goldman, 1951 (medida en 1894)	5,650 pies 1,695 m
Friedlaender, 1924	1,550 metros
Mapa de la Amer. Geogr. Soc. 1:1,000,000,1938	1,550 metros
Wetmore, 1943	5,500 pies 1,650 m
Miranda y Hernández X., 1963	1,750 metros
Medel y Alvarado, 1963	1,500 metros
Andrle, 1964	1,660 metros
Mapa de Caminos de México, 1967	1,738 metros
Sousa, 1968	1,700 metros

Se usó la altitud de 1,738 m en el punto más alto, basado en el mapa Caminos de México (1967), como el punto establecido, desde el cual medimos otras altitudes. Estas han sido determinadas con un altímetro Thommen de bolsillo graduado de 0 a 6,000 metros. Las altitudes de localidades cercanas a la cima fueron verificadas varias veces en diferentes días, pero aquellas más apartadas están generalmente basadas en un solo re-

gistro, excepto aquellos en el camino a San Andrés Tuxtla, las cuales fueron medidas varias veces.

Todas las altitudes son presentadas en la Fig. 4.

Observado desde el sur, el Volcán San Martín presenta una apariencia regular con tres picos de aproximadamente igual altitud (Fig. 5). Observaciones hechas desde el oeste y el noroeste, sin embargo, revelan hacia el norte del cráter una depresión. La abrupta ladera del borde oeste es especialmente conspicuca cerca de Tapalapan en el oeste. Los declives de la cumbre suroeste al piso del cráter son en algunos lugares casi verticales. Por otra parte, los declives interiores y exteriores, a veces escarpados, no son extremadamente precipitosos. En el interior del cráter, la muy escarpada ladera suroeste ha experimentado derrumbes, incluyendo uno muy reciente que ocurrrió entre agosto de 1972 y marzo de 1973 (Fig. 6).

Según el mapa que aparece en el estudio de Andrie (1964, p. 18, fig. 3), el macizo de montañas que incluye y es dominado por el volcán San Martín, presenta una forma irregular, pero más o menos oval; el área tiene cerca de 20 km de largo y 9 km de ancho por arriba de los 750 m en un eje WNW-ESE, y otra área algo oval de cerca de 6 km de largo y 3 km de ancho por arriba de 1200 m también, en un eje WNW-ESE. La altitud de la superficie relativamente del piso del cráter, es cer

ca de 1,550 m y está a 190 m por abajo del punto más alto del borde suroeste del cráter.

De nuestras observaciones en la zona y de fotografías aéreas, parece que virtualmente todas las laderas hacia el norte del eje longitudinal son flujos de lava, con superficie característica de pedregal variando en grados de aspereza. Por otro lado, las laderas del sur están cubiertas predominantemente por ceniza, excepto en las dos grandes sabanas a los 1,000 y 1,050 m de altura a cerca de 3 km del borde sur del cráter y en varios otros lugares a bajas elevaciones. Los flujos de lava (Fig. 3) en la vertiente norte se extienden hasta el Golfo de México, pero algunas de éstas pueden haberse originado de centros subsidiarios de erupción, y los flujos de lava más lejanos son probablemente más antiguos que la erupción de 1793.

Como un resultado de la lava porosa y de las capas de ceniza presentes en el Volcán San Martín, no hay arroyos permanentes cerca de la cima. La corriente permanente más alta observada es El Aguaje a cerca de 1,250 m en el lado sur, aunque aquí fluye en la superficie, continuando sólo por una corta distancia, para después filtrarse en el suelo. Hacia al final de la estación seca, este arroyo tiene poca agua. El Aguaje sirve como fuente de agua para los palmeros y para el

ganado que paca en la sabana grande.

A bajas elevaciones, varios ríos tienen un elevado volúmen de flujo, y estos probablemente son alimentados en forma considerable por flujos subterráneos. Entre los más grandes de estos están el Río Salinas y el Arroyo del Oro en la ladera norte, los Ríos Col y Máquina en el noreste, el Río Sihupán, el Río Tajalate y el Río Tuxtla al sur, los Ríos Te colapan e Ingenio al oeste y noroeste.

Varios cráteres-lagos ocurren en el área éstos incluyen la Laguna Encantada cerca de San Andrés y la Laguna Tizatal cerca de Tapalapan, las cuales están asociadas con el Volcán San Martín Tuxtla. Se dice que estos lagos alcanzan su más alto nivel durante la estación seca, posiblemente debido al movimiento descendente subterráneo del agua durante la época de lluvias.

VI. CLIMA

El clima de la zona de los Tuxtlas está determinado en gran parte por la orografía, siendo en la planicies cálido húmedo, pasando a templado húmedo en la zona de estudio. Desafortunadamente, no hay estaciones climatológicas en el Volcán San Martín. Los datos registrados por las estaciones más cercanas están a altitudes de solo 340 a 360 m y simplemente reflejan patrones generales del clima que afectan al volcán. Solamente podemos enfatizar que el clima de esta montaña es inequívocamente más frío y húmedo que en las localidades vecinas donde hay datos climáticos registrados.

Andrle (1964) afirma que los vientos prevalentes en la región de los Tuxtlas son del noreste. La configuración de Sierra y posiblemente el Lago Catemaco parecen causar la variabilidad en dirección del viento, el cual es evidente en forma local en las montañas. Desde fines del invierno al verano, frecuentemente ocurren vientos del sur y sur-suroeste. Además, en la zona de estudio existe una alternancia de los vientos causada por los cambios de presión. Este fenómeno sucede del mes de mayo al de octubre (Andrle, 1964)

Esta parte de México se ve afectada por perturbaciones atmosféricas llamadas "nortes" que tienen su mayor frecuencia en la época invernal; estas son invasiones de aire polar pro-

cedentes del norte de los Estados Unidos y sur del Canadá. Medel y Alvarado (1963, I, p. 29, 446) informa que a principios de febrero de 1899 hubo un severo "norte" en la región, y empezando el 9 de este mes el Volcán San Martín "lució con arrogancia durante tres días, un esplendoroso medallón de hielo...." Es de suponerse que este hielo tuvo un efecto muy severo sobre la vegetación. Los "nortes" en la Sierra varían considerablemente en intensidad y duración, ya que algunos son débiles, de solo uno o dos días de duración, y otros duran cuatro o cinco días con pronunciados efectos en la temperatura y precipitación.

La zona de estudio es afectada infrecuentemente por los ciclones tropicales. Según Andrie (1964), solo cuatro ciclones han pasado cerca o chocando con la Sierra, hasta la fecha de sus observaciones. Los ciclones ocurrieron en: agosto 21 a septiembre 8, 1888; septiembre 26 a octubre 3, 1932; septiembre 23-30, 1945 y octubre 8-10, 1950.

Medel y Alvarado (1963, I, p. 321) indica que el ciclón de 1888 "habiendo llegado a devastar los bosques de nuestra región en forma bastante sensible y afectando también, la fauna que quedó muy maltrecha, abatiéndola el cincuenta por ciento y el resto, se vió algo apurado para subsistir por la falta de árboles para anidar y frutas para

alimentarse". Medel y Alvarado (op. cit., p. 441-443) habla de una repetición de esta destrucción en septiembre 26 de 1898, el cual traía fuertes lluvias causando numerosas muertes por ahogamiento. Se dijo que el nivel del Lago Catemaco subió más de dos metros, y el desbordamiento de los arroyos causó el aislamiento de algunos pueblos.

Andrle (1964) nota que la temperatura anual promedio en la Sierra, derivada de las seis estaciones que hay en las montañas (altura promedio 290 m), es de cerca de 24.2 °C. Villalpando (1972), con un mapa indica que el promedio anual de temperatura alrededor de la parte más alta del Volcán San Martín es de 20 °C. Sin embargo, pensamos que el promedio anual de temperatura es más semejante al de lugares como Jalapa (1,361 m de altura) donde el promedio es 17.9 aunque es muy probable que la temperatura en San Martín es más baja debido a la alta frecuencia de nubes. La media anual de temperatura presenta, en general, dos máximos; el primer máximo se presenta en mayo o junio, el segundo en agosto. El mínimo principal de temperatura se presenta en enero. La mayor frecuencia de los nortes es en enero, siendo un factor importante en las temperaturas bajas en este mes.

La precipitación que priva en el verano (en los meses de mayo a noviembre); la época de lluvia, proviene principal-

mente de los vientos alisios húmedos del noreste. Estos transportan grandes cantidades de humedad que han recogido al pasar sobre las aguas del Golfo de México. Al verse obligados a ascender sobre las laderas de la sierra se enfrían adiabáticamente y producen precipitación. La lluvia veraniega es considerablemente aumentada por la influencia de los ciclones tropicales, perturbaciones que son más frecuentes a fines del verano y principios del otoño. Su influencia se pone de manifiesto en un aumento en la cantidad de lluvias de septiembre.

Los otros meses con más elevada precipitación de lluvia son julio y octubre. Dentro del período de lluvias, en el mes de agosto suele haber una disminución en la cantidad de lluvia y temperaturas máximas. Esta pequeña temporada es conocida de diferentes maneras: sequía intraestival, canícula, y veranillo.

La precipitación anual promedio en la estación de Coyame es 4419.8 mm. Aquí encontramos el nivel de precipitación más alto de cualquier estación en el estado de Veracruz. Debe notarse que los registros de precipitación en otras estaciones cercanas al volcán San Martín son menores, como los de San Andrés Tuxtla y Catemaco, con 1,995.5 mm anuales, estas estaciones están localizadas en la sombra pluviométrica.

ca de la Sierra de los Tuxtlas. Aunque Coyame también esté en el lado occidental del parteaguas de la Sierra, hay una porción bajo de las montañas, que permite a los vientos del Golfo chocar casi directamente en esta área. Por eso tenemos razón en creer que los datos de Coyame son en cierto modo aplicables al Volcán San Martín, aunque pensamos que la precipitación del San Martín debe ser más alta debido a su altura, su posición muy expuesta y la gran frecuencia de nubes.

VII. SUELOS Y PETROGRAFIA

Hay pocos estudios sobre los suelos de la Sierra de Los Tuxtlas. Flores (comunicación personal), señala que los suelos que ocupan la zona del volcán San Martín Tuxtla son principalmente andosoles con tres subunidades: Húmico (Fig. 7) localizado en la parte del bosque denso (bosque caducifolio y selva baja perennifolia), Mólico (Fig. 8) en el que son menos abundantes los tipos de vegetación antes citados; entre estas dos subunidades, aparecen como manchas alargadas o elípticas Regosoles y Litosoles en fase pedregosa, y por último la tercera subunidad corresponde a un andosol gleyico (Fig. 9) situado en las planicies y soportando una vegetación de sabana secundaria originada del "bosque caducifolio".

Hay que notar que todos los suelos alrededor de la cima del Volcán San Martín son muy jóvenes, probablemente en casi todos los casos con una edad no más antigua que las erupciones del año de 1793. Debido al hecho de que los suelos son un factor importante del ambiente, se hizo un estudio para comparar los suelos en un lugar donde los árboles son de corta talla, donde son más altos, y en la sabana donde no hay árboles.

1. Metodología

Se hicieron tres pozos para análisis químico y físico del suelo y dos pozos para análisis petrográficos (ver Tabla 1 y 2). Los sitios de muestreo fueron localizados como sigue:

Pozo 1. Cima del Volcán San Martín, 1,730 m de altura en selva baja perennifolia, sitio desprotegido a los fuertes vientos. Los árboles presentan alturas de 2-5 m.

Pozo 2. Interior del cráter del Volcán San Martín a 1,555 m de altura, en selva baja perennifolia; los árboles presentan alturas de 6-8 m.

Pozo 3. En la sabana del piso interior del cráter a 1,550 m altura. La vegetación está compuesta de gramíneas, hierbas y arbustos con alturas hasta ca. 1 m, el suelo se está formando sobre lava.

Pozo 4. Cima del volcán San Martín, lado sur, 1,730 m de altura, en un pequeño claro de la cima, con gramíneas y arbustos.

Pozo 5. Interior del cráter, entre el borde sur y el cono grande, 1,625 m de altura, en selva baja perennifolia con árboles de 15-18 m de alto; la zona está protegida contra los fuertes vientos.

Los análisis químico y físico del suelo se llevaron

a cabo en la Dirección General de Extensión Agrícola, Departamento de Suelos (Dependencia de la Secretaría de Agricultura y Ganadería). Los análisis petrográficos se realizaron en el Departamento de Prehistoria, Laboratorio de Geología (Dependencia del Instituto de Antropología e Historia, S.E.P.).

2. Análisis de los resultados.

Pozo No. 1 (Ver Tabla 1)

El suelo es poco profundo va de 0-75 cm; el color de las capas superficiales son oscuras, aportado por la abundancia de materia orgánica (25% a .27%), la que disminuye con la profundidad del perfil; la textura es ligera; de la reacción del suelo existen variaciones de (5.9 a 7.2), posiblemente influenciada por los depósitos de cenizas y por la fracción orgánica; el fósforo es extraordinariamente bajo (44.6 a 1.2 Kg/Ha.) siendo éste un factor limitante en un mejor desarrollo de la vegetación; respecto al calcio y potasio son ricos en la superficie, disminuyendo su abundancia en el subsuelo, la roca madre es rica en minerales primarios (ortoclasa y plagioclasa), que al ser intemperizada aporta al suelo los elementos mayores (Ca y K)

Pozo No. 2 (ver Tabla 1).

Corresponde a un suelo con una profundidad que va de 0-80 cm, su parte superficial de color oscuro, proporcionado

por la abundancia de materia orgánica (27% a 0.07%), que se descompone muy lentamente, debido a las bajas temperaturas presentes; la textura es ligera; los valores de la reacción del suelo son de (6.2 a 7.0); la presencia de cationes (Ca y K) son ricos; la cantidad de fósforo es baja.

Pozo No. 3 (ver Tabla 1)

Es un suelo somero de 0 a 12 cm, de color gris oscuro influenciado por la materia orgánica que es abundante (22.6% a 0.41%); su textura es ligera semejante a los otros dos perfiles; la reacción del suelo de (5.4 a 7.5), tan notoria variación se debe a la posible quema anual de la sabana y a la elevada precipitación pluvial que, lexivia constantemente las bases del perfil; el contenido de fósforo muy pobre; en cuanto al potasio y calcio también notablemente bajos, suponemos que en este suelo el proceso de meteorización de la roca madre es más lento ya que está compuesta de basalto.

Pozo No. 4 (ver Tabla 2)

Muestra A, de 0-45 cm. Compuesta en su mayoría de minerales primarios, y un mineral secundario la Limonita que se encuentra en cantidad de diez por ciento (medido cualitativamente este mineral es insoluble; poco material orgánico, pocos minerales arcillosos, la matriz es húmico-arcillosa.

Muestra B, de 45-90 cm. Los mismos componentes pero

en menor cantidad, la matriz más húmica que arcilloso y se observa abundante materia orgánica.

Muestra C, de 90-135 cm. Los minerales primarios son constantes, el mineral secundario la Limonita disminuye cualitativamente en cantidad 2-3% y la matriz es húmico-arcillosa.

Pozo NO. 5 (ver Tabla 2).

Muestra A, de 0-20 cm. El contenido de minerales primarios y secundarios es muy semejante al del pozo número 4, la matriz es húmico-arcilloso; el material orgánico en probable proceso de alteración.

Muestra B, de 20-35 cm. Los elementos primarios y secundarios disminuyen con respecto a la muestra anterior; la ceniza volcánica es de tipo andesítico.

Muestra C, de 35-48 cm. Aquí el material orgánico vuelve aparecer en forma notable, pudiendo corresponder a un paleosuelo.

Aparte de nuestros análisis petrográficos, debe notarse el trabajo de Friedlaender y Sonder (1924), el último autor hizo los análisis químicos de varios lugares en los Tuxtlas. Una de sus muestras, de olivino basalto, fue colectada por Friedlaender del cráter, lado noroeste del Volcán San Martín. Los porcentajes de los análisis químicos en es-

tas muestra son los siguientes: SiO₂, 48.25; TiO₂, 2.01; P₂O₅, 0.37; Al₂O₃, 13.31; Fe₂O₃, 5.04; FeO, 6.60; MnO, 0.17; MgO, 9.42; CaO, 9.87; Na₂O, 3.40; K₂O, 1.81; H₂O+, 0.08; H₂O-, 0.17; FeS₂, --; CO₂, --; Total, 100.50.

3. Descripción del perfil (fig. 10).

Este se localiza en el interior del volcán, entre el borde sur y el cono grande a 1,625 m de altitud y corresponde al pozo número 5. Se trata de un perfil joven, su modo de formación es residual, presenta pedregosidad, y su drenaje superficial es pobre.

Presenta un horizonte Ah (húmico), de un espesor de 28 cm; la separación entre horizontes es marcada y abrupta; su consistencia, es friable; presenta grava de tamaño fino de 0.2 a 1 cm su forma es granular, en cantidad de 80% en volúmen; su estructura es de forma granular, con desarrollo débil, y porosidad es de tipo esponjoso (3.5 mm); además, presenta abundantes raíces, finas de 1 a 2 mm y medianas de 2 a 5 mm; su textura es ligera la reacción al NaF positiva.

Horizonte C₁, tiene un espesor de 12 cm; la separación entre horizontes es notoria y abrupta; su consistencia es suelta, posee grava de tamaño fino en cantidad de 80% en volúmen; presenta piedras de formas angulares, en cantidad de 5 a 15% en volúmen; su estructura es de forma granular y

presenta gran porosidad; tiene raíces finas y medianas muy escasas; su textura es ligera y la reacción al NaF positiva.

Horizonte C₂, tiene un espesor de 10 cm; la separación entre horizontes abrupta; su consistencia es suelta; posee grava de tamaño fino en proporción de 80% en volumen; tiene piedras de forma angular, en cantidad muy escasa 5% en volumen; su estructura es de forma granular; con porosidad aparente; tiene raíces finas y medianas muy escasas; su textura es arenosa y la reacción al NaF positiva.

Horizonte C₃, presenta un espesor de 10 cm; la separación entre horizontes es marcada y su consistencia es suelta; posee grava de tamaño fino en cantidad de 80% en volumen; tiene piedras de forma angulares muy escasas de 5 a 15% en volumen; su estructura es de forma granular posee gran porosidad; las raíces medianas muy escasas; su textura es arenosa y la reacción al NaF positiva.

Horizonte C₄, presenta un espesor de 48 cm; la separación entre horizontes marcada y su consistencia es suelta; posee grava de tamaño fino; con piedras de formas angulares en cantidad abundante, entre 40 a 80% en volumen; su porosidad es moderada y la textura es arenosa; su reacción al NaF positiva.

Fig. 7. Andosol húmico en la selva baja perennifolia. Interior del cráter del Volcán San Martín entre el borde sur y el cono grande a 1,625 m de altitud. Octubre/1973.

Fig. 8. Andosol mólico, en sitio desforestado usado alguna vez para cultivo o pastoreo. Lado sur del Volcán San Martín Tuxtla a 700 m de altitud. Octubre/1973.

Fig. 9. Andosol gleyico en las planicies que sustentan sabana secundaria originada de "bosque caducifolio". Lado sur del Volcán San Martín Tuxtla, a 750 m de altitud. Octubre/1973.

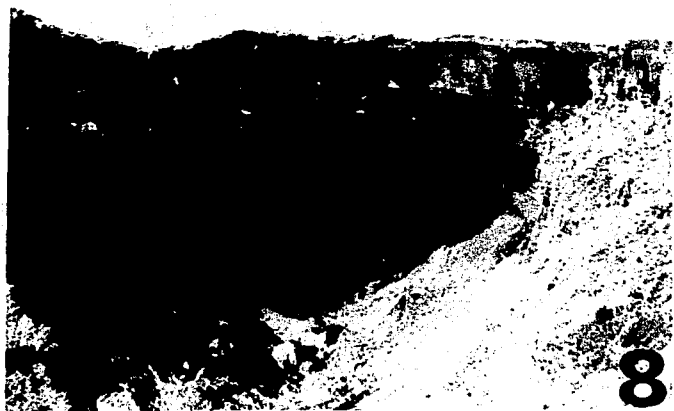
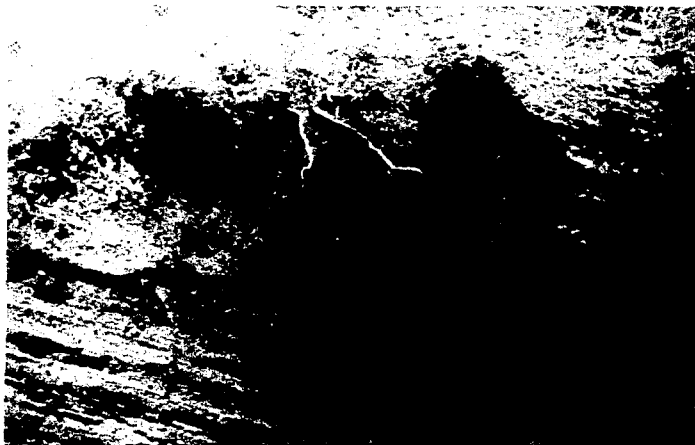


TABLA 1. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LOS SUELOS MUESTREADOS EN EL VOLCAN SAN MARTIN TUXTLA VERACRUZ.

Profundidad m. en cm.	Color	TEXTURAS		REACCION DEL SUELO		MATERIA ORGANICA		NITROGENO NITRICO		NITROGENO AMONIAICAL		FOSFORO		POTASIO		CALCIO	
		Clasificación	Interpretación	pH	Interpretación	% Interpret.	KGS/ha	Interpret.	KGS/ha	Interpret.	KGS/ha	Interpret.	KGS/ha	Interpret.	KGS/ha	Interpret.	
0-4	Pardo oscuro	Suelo orgánico		5.9	Medianamente ácido	25.00	Extr/te rico	46	Moderado	5	Muy bajo	5.3	Extr/te pobre	563	Extr/te rico	2958	Rico
4-11	Pardo oscuro	Migajón arenoso	Ligero	6.2	Medianamente ácido	16.40	Extr/te rico	43	Bajo	76	Rico	2.8	Extr/te pobre	312	Rico	991	Pobre Extr/te
11-23	Gris oscuro	Migajón arenoso	Ligero	5.6	Medianamente ácido	12.65	Extr/te rico	43	Bajo	35	Bajo	1.6	Extr/te pobre	126	Pobre	496	Pobre
23-48	Pardo oscuro	Arena migajosa	Ligero	6.2	Ligeramente ácido	1.87	Mediano	44	Bajo	23	Muy bajo	44.6	Med/te rico	80	Pobre	537	Pobre Extr/te
48-52	Café oscuro	Arena	Ligero	6.4	Ligeramente ácido	0.34	pobre	50	Moderado	9	bajo	3.1	Extr/te pobre	61	Pobre	278	Pobre Extr/te
52-75	Pardo oscuro	Arena	Ligero	6.7	Muy ligeramente ácido	0.27	pobre	50	Moderado	7	bajo	2.8	Extr/te pobre	58	Pobre	260	Pobre Extr/te
75	Gris oscuro	Arena migajosa	Ligero	7.2	Ligeramente alcalino	0.41	pobre	36	Moderado	16	bajo	1.2	Extr/te pobre	64	Pobre	625	Pobre Extr/te
5 0-4	Negro Pardo oscuro	Suelo orgánico		6.2	Ligeramente ácido	21.69	rico	55	Moderado	123	Alto	7.4	Pobre	349	Rico	+3000	Med/te rico
4-10	Pardo oscuro	Arena	Ligero	6.3	Ligeramente ácido	3.52	Rico	47	Moderado	21	Muy bajo	3.1	Extr/te pobre	91	Pobre	1200	Med/te pobre Extr/te
10-20	Pardo oscuro	Arena migajosa	Ligero	6.5	Ligeramente ácido	0.73	Pobre	47	Moderado	11	bajo	2.9	Extr/te pobre	71	Pobre	400	Pobre Extr/te
20-50	Pardo oscuro	Arena	Ligero	6.6	Ligeramente ácido	0.41	pobre	50	Moderado	15	Muy bajo	4.0	Extr/te pobre	74	Pobre	437	Pobre Extr/te
50-80	Pardo oscuro	Arena	Ligero	7.0	Neutralmente ácido	0.07	pobre	50	Moderado	5	bajo	2.4	Extr/te pobre	80	Pobre	261	Pobre Extr/te
1-4	Gris oscuro	Suelo orgánico		5.4	Fuertemente ácido	22.60	rico	44	Bajo	44	Bajo	1.6	Extr/te rico	172	Mediano	1136	Pobre Extr/te
4-9	Pardo oscuro	Migajón arenoso	Ligero	6.0	Medianamente ácido	5.30	rico	41	Bajo	31	Bajo	0.9	Extr/te pobre	53	Pobre	366	Pobre Extr/te
9-14	Pardo oscuro	Arena migajosa	Ligero	7.5	Ligeramente alcalino	0.41	pobre	39	Bajo	22	Bajo	1.2	Extr/te pobre	62	Pobre	180	Pobre Extr/te

Tabla 2. Resultados de los análisis petrográficos en el Volcán San Martín Tuxtla Veracruz.

Pozo 4. 1730 m.s.n.m.	Pozo 5. 1625 m.s.n.m.
<p>A. 0-45 cm Vidrio básico Fragmentos de basalto. Olivino Plagioclasa cálcica. Augita</p> <p>Magnetita Limonita Material orgánico</p>	<p>A. 0-20 cm Material orgánico Olivino</p> <p>Augita Minerales arcillosos. Pocos fragmentos de roca. Hematita Plagioclasas Limonita</p>
<p>B. 45-90 cm Fragmentos de roca Olivino Plagioclasa cálcica. Augita Vidrio básico Magnetita</p> <p>Material orgánico</p>	<p>B. 20-35 cm Pomez andesítico Olivino Fragmentos de roca basáltica. Augita Magnetita Poco material orgánico Limonita poca</p>
<p>C. 90-135cm Olivino Fragmentos de roca. Vidrio</p> <p>Magnetita Plagioclasa cálcica. Augita Material orgánico Minerales arcillosos.</p>	<p>C. 35-48cm Olivino Material orgánico. Fragmentos de roca. Magnetita Plagioclasa cálcica. Vidrio Limonita muy poca</p>

Los minerales y compuestos se encuentran en orden decreciente de abundancia, determinados cualitativamente.

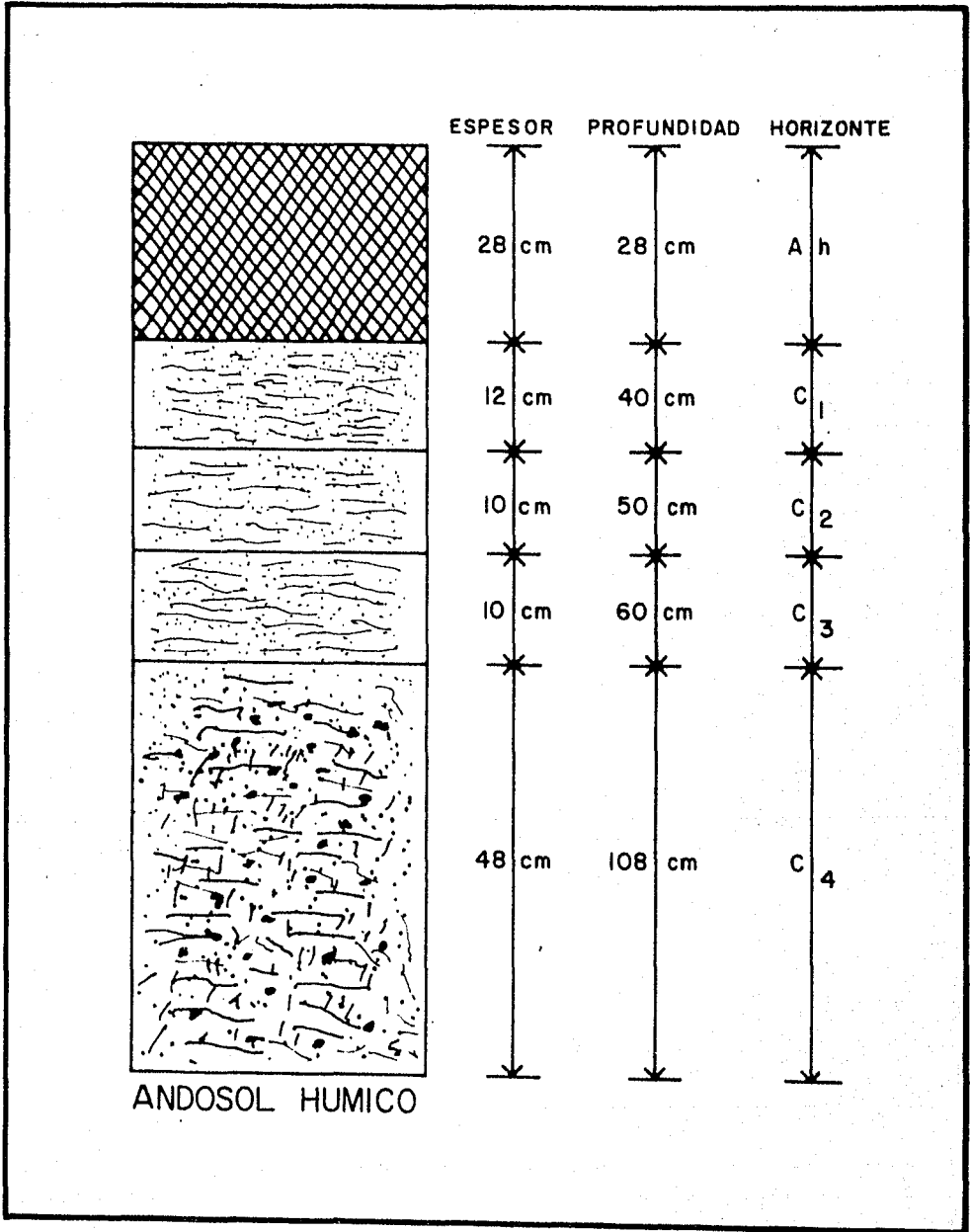


Fig. 10. Perfil típico de la selva baja perennifolia, en el interior del volcán San Martín Tuxtla entre el borde sur y el cono grande a 1,625 m de altura.

Se clasificó en el campo como Andosol húmico.

4. Algunas observaciones para los perfiles.

a. pH. Según Martini (1969) en los andosoles el pH tiende a disminuir con la profundidad. Schenkel (1969) señala que otra manera de apreciar la acidez del suelo, consiste en el conocimiento de aluminio soluble en distintos extractantes, detectándose las mayores cantidades de aluminio con los menores valores de pH, existe un notable aumento en la cantidad de aluminio a medida que se pasa a áreas de mayor pluviometría, esta acidez dá origen a formas activas del aluminio y probablemente de otros sesquióxidos que interfieren en la absorción de fósforo por las plantas.

b. Textura. Por lo general son reportados estos suelos volcánicos como ligeros.

Materia orgánica. Según Martini (1969) los altos niveles de materia orgánica en andosoles representan una intra zonalidad impuesta por un material parental rico en vidrios volcánicos que producen alofano, el cual fija la materia orgánica en tal forma que es poco accesible a los organismos teniendo poco hidrógeno disponible. La lenta mineralización del humus bajo condiciones naturales es consecuencia de la influencia de factores físicos y químicos.

c. Nitrógeno nítrico y amoniacal. El nitrógeno nítrico solo es aparente en la superficie, y puede liberarse por la quema de materia orgánica y ser fijado por bacterias nitrificantes (Schaefer et al. 1969; Swindale 1969; y Arana 1969) señalan que el NO_3 está inmovilizado en función del carbono disponible. Como éste está escasamente presente, la proteosíntesis es limitada, el tamaño de la micropoblación regulada y, consecuentemente lo es también la mineralización del humus; Tamini, Kanehiro y Sherman, citados por Lamenca (1969), señalan que existe una alta fijación de nitrógeno en suelos volcánicos, debido a la formación de complejos de NH_4 con silice, hierro hidratado, óxido de aluminio, haciendo que éstos tengan un débil poder amonificante.

d. Fósforo. Según Valdés (1969) los andosoles presentan una alta capacidad de fijación y retención de fósforo. Por otro lado Martini (1969) Schenkel (1969), Alcaya citado por Fasbender (1969), Gutnik y colaboradores, también en Fasbender (1969), opinan que estos bajos niveles de fósforo disponible se deben a que la mayor parte ocurren en forma fijada, especialmente fosfatados de aluminio. Además, cuanto más bajo es el pH y mayor la acidez cambiante, mayor es la capacidad del suelo para fijar fosfatos. También Arana (1969) opina que el clima es también un factor primario en

la disponibilidad del fósforo, siendo muy bajo en suelos con precipitación superior a 2500 mm.

e. Potasio y Calcio. Se encuentra en forma abundante debido a que la roca madre es rica en Ortoclasa, Anortita y Augita (datos obtenidos de acuerdo al análisis petrográfico).

5. Conclusiones.

Estos suelos, por ser ricos en a lofano poseen una serie de características muy particulares, como: alta fijación de fósforo y nitrógeno, alta concentración de materia orgánica no mineralizada, pH muy ácido, la aereación del suelo muy pobre, obviamente la microflora y fauna muy pobres y una alta capacidad de intercambio iónico. Debido a su posición el suelo de la cima posiblemente esté sufriendo una constante erosión y lixiviación, tal vez más que los suelos del interior del cráter, aunque tanto en la cima como dentro del cráter, los suelos, en los lugares de muestreos parecen bien estabilizados por la vegetación. De todas maneras, los resultados de este estudio indican que hay pocas diferencias entre los suelos de la cima del Volcán, donde los árboles tienen escasa talla, y en lugares protegidos del viento dentro del cráter, donde los árboles alcanzan más altura.

No tenemos datos sobre el contenido de agua en los suelos donde sacamos las muestras, pero de nuestras observa-

Tabla 3. Identificación de alofano por método cualitativo.

Muestra	Color desarrollado	Tiempo de desarrollo color	Cantidad
1730 m.s.n.m. 0-45 cm	Rojo carmín	15 min.	Abundante
1625 m.s.n.m. 0-20 cm	Rosa	1 min	Poco
1625 m.s.n.m. 0-20 cm	Rosa intenso	30 min.	Mediano
1625 m.s.n.m. 20-35 cm	Rosa	30 min.	Mediano

Método. Se impregna un papel filtro con fenolftaleína al uno por ciento en solución alcohólica, se deja secar en una estufa a 60°C y después se saca. Sobre el papel filtro se coloca un terrón de suelo y se le agregan unas gotas de fluoruro de sodio (NaF) 1 N, hasta saturación. A los 1, 15, 30 minutos, se observa el papel para comprobar si hay aparición de color: si cambia a tonos rojo-carmín-rosa se afirma que hay alofano en la muestra.

ciones en el campo, pensamos que no hay mucha diferencia en la cantidad de agua en varios de los lugares. Además, estos suelos tienen muy buen drenaje. Por eso, pensamos que aunque los suelos deben tener algún efecto sobre el crecimiento y la altura de los árboles, las diferencias en tamaño en varios lugares no pueden explicarse únicamente por la diferencia en los suelos.

Un hecho interesante que proviene de estos análisis es que hay horizontes de materia orgánica sepultada en los pozos de la cima, entre el borde sur y el cono grande, y cerca del piso del cráter. Aunque hay la posibilidad de que la materia orgánica en el pozo cerca del piso del cráter sea resultante de erosión y redeposito, parece más probable que ésta y seguramente los otros perfiles vienen de una vegetación desarrollada antes de la erupción de 1793, o sea son representantes de la vegetación que creció entre las erupciones de 1664 y 1793. Sin embargo, si tomamos en cuenta la referencia de Mociño (1870), hubo tanta ceniza de la erupción de 1793, que podemos pensar que la superficie de 1664 debe estar sepultada mucho más abajo que la profundidad de nuestros pozos. La contestación de este problema debe esperar estudios futuros.

Camino (ver Figs. 1 y 4).

VIII. IMPORTANCIA ECONOMICA DEL AREA

Existen dos especies de plantas de gran importancia económica que pertenecen a la familia Palmae. Son Chamaedorea aff. elegans, de nombre vulgar carricillo, y C. aff. tepejilote. Las hojas de estas palmas son usadas como ornato en arreglos florales. Las palmas son colectadas, en su mayoría por gentes que viven en San Andrés Tuxtla. Esas personas son conocidas como palmeros; ellos emplean gran parte del año colectándola, principalmente en la temporada seca. En la época de lluvias la colectan poco, porque según información dada por ellos, las hojas se manchan, disminuyendo su calidad, y por tanto su valor. Un palmero, por término medio, llega a colectar 10 gruesas cada día, mas hay algunos muy prácticos que llegan a colectar hasta 16 gruesas (una gruesa se compone de 144 hojas).

La palma es vendida en San Andrés. Su precio varía según la calidad de la hoja, entre cuatro y cinco pesos la gruesa. Toda la palma que es cortada en el San Martín es transportada en bestias hasta el pueblo. Los palmeros, en número hasta de diez personas, permanecen hasta tres o cuatro días en la montaña.

La pequeña palma (carricillo) se cotiza a mayor precio que la más grande. La primera tiene hojas muy suaves y

delgadas, en contraste con la segunda que las tiene un poco ásperas. Estas dos palmas tienen gran demanda tanto en el mercado nacional así como en el extranjero. Así mismo comentan algunos de los palmeros que hace 10 años colectaban mayores cantidades de palma que ahora.

El proceso de corte es muy interesante y vale la pena explicarlo. El palmero se coloca en la mano una pequeña navaja filosa, con el filo hacia atrás. Una vez que llega la persona a la palma, se inclina sobre ella la toma del pecíolo entre los dedos pulgar e índice. Este pecíolo lo dobla sobre el filo de la navaja con el dedo pulgar. Una vez realizado este paso cierra la mano y agarrando fuertemente a la palma le dá un jalón, logrando así cortarla (ver Figs. 11, 12).

Otra planta que fue usada por el hombre es Litsea glaucescens, a la cual se conoce con el nombre vulgar de arrayan. Tiene un fuerte y agradable aroma semejante a la especie Laurus nobilis, un poco parecido al mentol. Según Friedlaender (1924) algunos habitantes de la región subían al Volcán anualmente a recoger ramitas y hojas que usaban para ceremonias religiosas. Ahora, la planta ha perdido importancia, y nunca se observó que fuera colectada por la gente, aunque según informes recibidos todavía se le usa con los mismos fines. En otras partes del país se usan las ho-

jas de Litsea para condimentar los alimentos, y también en la preparación de chiles en vinagre, mezclados con otras hierbas, como "oregano" Lippia berlandieri y "mejorana" Brickellia vera nicaefolia.

Myrica cerifera (bajo el nombre M. mexicana) pudo ser en el pasado otra planta de uso comercial, ver Standley (1920). De los frutos se obtiene cera, la cual se extrae colocando los frutos en agua hirviendo. Fue usada para hacer velas; estas se quemaban lentamente, produciendo muy poco humo, emitiendo un agradable olor a bálsamo.

Esta vegetación tiene su importancia más grande en la conservación del agua y evitando la erosión. Con una lluvia anual promedio de más que 4,500 mm es muy importante que el agua sea retenida por la vegetación, para después bajar lentamente a los arroyos, lagunas, lagos y ríos que son tan abundantes en esta región. Además, el follaje, ramas y epifitas del bosque captan un poco más de agua de la neblina que cubre estas regiones y que es formada por los constantes vientos húmedos del Golfo. Las gotitas de neblina van uniéndose en grandes gotas, las cuales caen al terreno proporcionándole más humedad (Vogelmann, 1973). Asimismo Baynton (1969), en un "Elfin Forest" en Puerto Rico, reconoce que más o menos un 10% del agua de las nubes es extraída por el follaje.



Fig.11. Corte de Chamaedorea. Borde sur del cráter del Volcán San Martín Tuxtla a 1630 m de altitud. Marzo/1973.



Fig.12. Grupo de hojas cortadas de Chamaedorea. Marzo/1973.

IX. LA IMPORTANCIA DE UN PARQUE NACIONAL O RESERVA BIOLÓGICA
EN EL VOLCAN SAN MARTIN TUXTLA.

En sus orígenes la población humana, junto con los demás animales estuvo bajo el dominio de la leyes de la naturaleza; tenía que competir por el alimento para poder sobrevivir; así también, sufría enfermedades, muchas de las cuales eran mortales en esos tiempos, disminuyendo la población y manteniéndola en un estado de equilibrio natural.

En los albores del renacimiento es cuando el hombre realiza sus grandes descubrimientos en la ciencia, principalmente en la medicina los cuales se continúan hasta nuestros días, venciendo enfermedades tan temibles, tales como, la peste bubónica, la fiebre amarilla, la lepra, la viruela y otras. El hombre, inconscientemente empieza, a liberarse en esa época de las leyes de la naturaleza, dando por resultado un crecimiento de la población incontrolado, desmedido y muchas veces acelerado, el que en la época actual no se ha podido frenar principalmente en los países mal llamados del tercer mundo.

Al crearse este gran problema, muchas de la áreas verdes donde florecían la flora y la fauna silvestres, han sido desplazadas o destruidas por la especie humana, para dar origen a nuevas zonas urbanas y agrícolas o industriales. En México este problema también es muy común con una población de

ca. 65,000,000 de habitantes; cada día la nueva población reclama nuevas tierras para cultivo y se inicia la apertura de grandes áreas selváticas en el sur de México para cultivo de maíz, frijol, café y otros. Estamos conscientes que México puede proteger algunas áreas de las zonas tropicales y crear en ellas santuarios naturales para las generaciones futuras.

La aislada sierra de Los Tuxtlas, con su exuberante vegetación tropical y en otros tiempos su abundante fauna, ha sido un centro de investigación para muchos naturalistas tanto nacionales como extranjeros; muchos de ellos han pugnado porque se protejan y conserven como santuarios algunas áreas de Los Tuxtlas, entre ellos están Shelford (1941), Leopold (1950) y Andrieu (1964). Este último investigador propone zonas de refugio, sin afectar a los habitantes de la región, incluye el Volcán San Martín Tuxtla y toda la vertiente noreste, que es parte de lo que actualmente ocupa la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas U.N.A.M., el Volcán Santa Marta, Cerro Campanario con unión del Volcán San Martín Pajapan, él descarta a la Laguna de Catemaco y Bahía de Sontecomapan por su gran población humana, Andrieu basa su posición para la formación de ese parque o reserva

biológica en cuatro incisos.

a. La necesidad de conservación del agua y el suelo retenidos por la vegetación. b. México necesita de más parques nacionales en donde el elemento flora y fauna originales sean preservados. c. El acondicionamiento de partes de la región de selva tropical para grandes mamíferos. d. La necesidad de áreas naturales, las cuales pueden proveer cierta recreación para la creciente población del país.

El expresidente municipal de San Andrés Tuxtla Rogelio C. Rascón en 1972, también en un pliego petitorio mandado al presidente de la República Luis Echeverría Álvarez, le comunica la necesidad de la creación de un Parque Nacional, hace alusión en su misiva de la tala inmoderada de la selva, la disminuida fauna empobrecida por los mercaderes y cazadores, y la posibilidad de un centro turístico.

En esta tesis nos unimos con todas estas personas en pugnar porque el Volcán San Martín Tuxtla sea una reserva biológica.

X. VEGETACION

1. Antecedentes

La vegetación en la cima del Volcán San Martín ha recibido el nombre y clasificación de selva mediana o baja perennifolia por Miranda y Hernández X. (1963). En su trabajo sobre la ecología de la vegetación de Veracruz, Gómez-Pompa (1973) se refiere a esta vegetación como low evergreen selva. Comparables tipos de vegetación en otras partes del mundo reciben el nombre de mossy forest, elfin forest, y elfin woodland, son reconocidos en muchos países tropicales de Asia, Africa, Australia, América Central y del Sur, y en las Antillas, Richards (1952), en su libro The Tropical Rain Forest ofrece muchas referencias de artículos, básicos citando algunas áreas del mundo. Richards indica que la selva tropical lluviosa con ascenso altitudinal da lugar a una formación tipo, la cual es propuesta para llamarse Submontane Rain Forest. Está en una más elevada altitud, es sucedida por otra formación tipo, el Montane Rain Forest. Encontrándose en muchos lugares, especialmente sobre las cumbres expuestas al viento y aislados picos, el Montane Rain Forest consiste en árboles enanos, torcidos y cubiertos por una abrumadora cantidad de epifitas, especialmente hepáticas y musgos, la cual recibe varios nombres, especialmente mossy forest o elfin woodland.

Brown (1919), en su trabajo clásico sobre la vegetación de las montañas en las Filipinas, incluye una descripción muy completa del mossy forest de Mount Maquiling, Luzón. Encontrando la zona

del mossy forest entre 900 m y la cumbre a 1,140 m. Su descripción indica paralelismo con otros mossy forest, caracterizados por un solo estrato, muchos individuos de pocas especies, abrumadora cantidad de epifitas, abundante neblina, y reducida cantidad de luz. Brown propone que el factor que afecta y determina el achaparramiento de la vegetación es la disminución de luz y el de la temperatura, cuando se alcanzan elevadas alturas.

van Steenis (1972) en su libro The Mountain Flora of Java acumula una gran información recopilada a lo largo de 40 años de investigación en Java. Reconoce al Elfin forest comúnmente por arriba de los 2,000 m, van Steenis propone que el factor que afecta y determina el achaparramiento de la vegetación en estas escarpadas cumbres es la pobreza del substrato, que está sufriendo constante erosión por las torrenciales lluvias.

Uno de los trabajos más completos acerca de este tipo de vegetación es el de Howard (1968) y sus colaboradores en trabajos siguientes, reconociéndolo en la cima del Pico del Oeste (1,050 m) en las montañas de Luquillo, en Puerto Rico. Señala sus características tan propias como son corta talla, que parece siempre estar azotado por el viento y bañado en neblina y nubes del sureste, lo que da una impresión de humedad, frío y más o menos impenetrable maraña. Howard aclara que estos bosques enanos en las cumbres de las islas del Caribe, siendo pequeños en extensión y ocurriendo sobre pequeñas masas de tierra, son diferentes del mossy forest, los upper montane rain forest y similares formaciones previamente descritas en otras partes del mundo.

En México, este tipo de vegetación solo es encontrado en Chiapas y Veracruz (Miranda y Hernández X., 1963). Miranda (1952) señala que en Chiapas esta selva se desarrolla en laderas de serranías abruptas entre los 2,000 y los 3,000 m y a veces aún más arriba, en los declives septentrionales del macizo central, donde está muy limitada en extensión, y sobre todo en ambas vertientes de la Sierra Madre. Esta clase de selva es muy densa, con muchos arbustos y generalmente gran abundancia de helechos, algunos arbóreos, y de musgo en la vegetación inferior y sobre troncos y rocas. Su altura oscila de 15 a 20 m, aunque ciertos árboles aislados pueden alcanzar los 25 m. Muchos de los árboles tienen hojas algo coriáceas y brillantes, y las copas de los árboles altos se encuentran bastante separadas unas de otras. Casi todas las especies arbóreas que la constituyen en su estado más puro tienen hojas decididamente persistentes, de manera que en ninguna época del año se ven en ella árboles desnudos de follaje. En el macizo central, en la región de Pueblo Nuevo y Solista-huacán a Tapalapa Chis, Miranda describe los árboles más importantes que componen esta vegetación: Clethra suaveolens, Saurauia villosa, Turpinia paniculata, Cedrela pacayana, Toxicodendron striata, Zinowiewia sp., Phoebe helicterifolia, Eugenia sp., Prunus lundelli, Brunellia mexicana, Xylosma flexuosum, Befaria guatemalensis, Decapetalum mexicanun, y Rapanea ferruginea.

La selva baja perennifolia se encuentra más difundida en el sureste de la Sierra Madre, con especies de Matudaea trinervia, Inga sp., Clethra matudai, Pithecelobium arboreum, Ilex sp., Podocarpus guatemalensis, y Olmediella betschleriana. Miranda ha notado que

un tipo de selva baja perennifolia muy característico es el constituido por el "coletillo" (Oreopanax sanderianus) como especie dominante. La selva de "coletillo", de 8 a 12 metros de altura, se desarrolla en cumbres de naturaleza caliza cárstica a niveles que varían entre los 1,000 y 2,000 m.

Breedlove (1973) incluye la selva de Chiapas, llamada selva baja perennifolia por Miranda y Hernández X. (1963), bajo sus categorías de Montane rain forest y Evergreen cloud forest. Indica que la última consiste de árboles muy densos, y un estrato bajo denso. Rzedowski (1966, p. 200-201) refiere un tipo de bosque al sureste de San Luis Potosí, entre altitudes de 700 y 1,000 m, solo en lugares de exposición al norte y sobre laderas muy abruptas y particularmente bien protegidas. Pero con mucho mayor altura, es un bosque de 30 m o más de alto, denso en su estado primitivo y caracterizado por la abundancia de lauráceas. Reporta los siguientes árboles: Beilschmiedia mexicana, Eugenia sp., Inga sp., Morus celtidifolia, Oreopanax xalapense, Persea chamissonis, Persea aff. floccosa, Phoebe sp., Quercus germana, Q. sartorii, y Robinsonella sp.

La selva baja perennifolia se encuentra íntimamente relacionada con el bosque caducifolio (Miranda y Sharp, 1950), con el que comparte algunos elementos florísticos. Esto sucede en el lado atlántico y en el lado pacífico con el bosque mesofilo de montaña (Rzedowski y McVaugh, 1966). Pennington y Sarukhán (1968) encuentran la selva baja perennifolia en altitudes entre 1,000 y 2,500 m en regiones montañosas tanto de la vertiente del Pacífico como del

Golfo, en climas en los que se presenta la temperatura media anual inferior a 18°C. Son muy húmedos y frecuentemente muy expuestos a vientos constantes y nieblas continuas. Las precipitaciones anuales son superiores a 1,500 mm.

Hemos observado en la Sierra de Juárez en Oaxaca, sobre el Cerro Machín, entre Ixtlán y Valle Nacional, en la parte más elevada (ca. 2,950 m) y más expuesta a los vientos del Golfo, una vegetación con fisonomía muy semejante a la de la cima en volcán San Martín. Tal vegetación tiene, en su mayor parte, especies diferentes y también Pinus rudis, así como diferentes formas de vida. A pesar de eso todavía hay una semejanza bastante fuerte.

Miranda y Hernández X. (1963) señalan que la selva baja perennifolia que se encuentra en las cumbres de los cerros de zonas de clima húmedo, pero que por su situación dispone de poca agua edáfica, se caracteriza por la abundancia de especies de Oreopanax y Clusia. Señalan que en ocasiones esta selva pasa a matorral perennifolio con alturas de 1 a 3 m, y que este tipo es llamado a veces por los botánicos en las Antillas, Elfin woodland. Estos autores indican que sobre las lavas y cenizas volcánicas del interior del cráter del Volcán San Martín, la selva está formada en buena parte por especies de Clusia y Oreopanax, y en el matorral hay especies de Clethra, Gaultheria, Litsea, Monnina, Myrica, Saurauia, Viburnum, etc.

Andrle (1964) asigna el nombre de elfin forest o mossy woodland a la vegetación que crece en las paredes y salientes picos de los grandes volcanes de Los Tuxtlas.

En su clasificación de los tipos de vegetación de Los Tuxtlas, Ross (1967) reconoce al "elfin woodland" (Asociación Quercus-Clusia-Podocarpus) como una de las 16 formaciones en esta área, y la más elevada de las cinco formaciones de montaña. El indica que esta selva empieza aproximadamente a los 4,800 pies en el Volcán San Martín Tuxtla y en el Santa Marta y a los 3,400 pies en el Volcán San Martín Pajapan. Ross nota, sin embargo, que sobre las cordilleras que están muy escarpadas y frecuentemente expuestas a fuertes vientos (particularmente sobre el Volcán San Martín Pajapan y el Cerro Tuxtla), pueden ocurrir elementos de esta formación a elevaciones más bajas que 2,700 pies.

Sousa (1968) indica que la selva baja perennifolia se encuentra en la cima del San Martín y del Santa Marta, de 1,550 a 1,700 m de altura, en un clima semicálido. Reconoce árboles de Oreopanax xalapense, Clusia salvinii, Myrica cerifera, Rapanea jurgensenii, Clethra suaveolens, Saurauia villosa, Ilex nitida y Viburnum aff. montanum. El nota que la selva baja es de 8 a 10 m de alto tiene árboles con troncos sinuosos cargados de gran cantidad de musgos como Pterobryum densum y Rhizogonium spiniforme y otras epifitas como: Epidendrum difforme, E. pentotis, E. radiatum, Lycaste sp., Maxillaria dentata y otras. Sousa anota que el estrato arbustivo está formado por Elleanthus capitatus, Gaultheria nitida, Palicourea galeottiana, y Senecio arborescens, y el estrato herbáceo por Carex chordalis, Erythrodus lunifera,

Sousa describe un suceso sobre la vegetación de la cima del Volcán San Martín que debe ser citado:

Sin embargo, en un parteaguas en el volcán de San Martín Tuxtla tuvimos ocasión de observar durante el mes de febrero, es decir, a finales del período de los nortes, cómo la "selva baja perennifolia" en su vertiente norte era totalmente caducifolia, con gran cantidad de ramas tiradas en el suelo a causa del viento. En el centro del parteaguas los árboles bajos no eran totalmente caducifolios y conforme la vegetación iba acercándose a la vertiente sur, sus árboles conservaban sus hojas y había pocas ramas caídas. Otro hecho, sin duda motivado por los vientos del norte, es que sin duda motivado por los vientos del norte, es que el dosel de la selva es completamente plano; así, en la cima, la vegetación no es mayor de 8 m de alto, pero en la vertiente sur llega a medir de 14 a 16 m, de tal forma que el dosel plano de la cima, se prolonga por unos 30 m de longitud hacia la vertiente sur, compensándose la pendiente con el aumento de talla de la vegetación. Este tamaño no excede los 16 m de alto, hasta que la selva baja perennifolia entra en ecotonía con el bosque caducifolio, a los 1,450 m de altitud.

En un estudio para medir diversidad de especies en relación con la altitud, Toledo (1969) realizó un muestreo de la vegetación a una altura de 1,440 m dentro la selva baja perennifolia de Oreopanax xalapense en el Volcán San Martín. Seleccionando 100 individuos con un diámetro mayor o igual a 6.5 cm, encontró solamente 11 especies arbóreas, siendo la más abundante Oreopanax xalapense con 53 individuos de los 100 muestreados. Otras especies con frecuencia significativa fueron Clusia salvinii (16), Senecio arborescens (8), Eugenia sp. (6), Rapanea jurgensenii (6), y Saurauia sp. (5).

En su trabajo sobre la ecología de la vegetación de Veracruz, Gómez-Pompa (1973) cita la selva baja perennifolia (low

evergreen selva) restringida a la cima del Volcán San Martín y probablemente también en el Santa Marta. El sugiere en la forma de una interrogante que las periódicas perturbaciones ciclónicas que inciden sobre las cimas de las montañas podrían ser suficientes para mantener a la selva baja. Además, otro factor ecológico propuesto por el autor es la baja intensidad de luz a lo largo del año. El sugiere que estudios genecológicos parecen ser necesarios para auxiliar a resolver el problema.

El trabajo que se reporta adelante, no es de vegetación, sin embargo, se incluyó aquí porque trata de los factores que influyen en el achaparramiento de la vegetación (Weaver, et al. 1973) al estudiar los grados de transpiración en las Montañas de Luquillo Puerto Rico, han revisado los factores que han sido sugeridos como la causa del achaparramiento en el "elfin woodland". Entre las posibilidades sugeridas por diversos autores figuraron, suelos saturados y reducida respiración en la raíz, difícil drenaje del suelo, y sequía fisiológica, fuertes vientos, lixiviación de los suelos combinada con bajas temperaturas y alta incidencia de neblina, suelos poco profundos, alta humedad y reducida radiación, y especialmente las constantes ráfagas de viento, pueden ser críticas, y el viento puede inducir atrofiamiento debido al resultado de la poda mecánica de los brotes y hojas expuestas y no de la excesiva transpiración de estos órganos. Ellos no rechazan, sin duda, la posibilidad de que el ineficiente bajo-bombeo debido a los bajos niveles de transpiración, pueda impedir un vigoroso crecimiento en altura.

2. Métodos

Alrededor de la cima del Volcán San Martín distinguimos tres tipos de vegetación: (1) la selva baja perennifolia, (2) la vegetación de la sabana en el piso del cráter, y (3) la del arenal en el lado oeste. Cada uno de estos tipos de vegetación será descrito separadamente.

Los árboles de la selva fueron muestreados con el método de punto-cuarto, mientras que cuadrados se usaron para muestrear los estratos herbáceo y arbustivo del bosque, y de la sabana. En fase avanzada de este estudio se encontró el arenal y es por eso que no se tienen medidas cuantitativas de su vegetación. A pesar de eso se incluyó una descripción sencilla de esta comunidad.

Según Cox (1972), en la técnica del punto-cuarto, una serie de puntos al azar primero deben ser colocados, dentro del área que va a ser muestreada, es recomendable colocar puntos al azar a lo largo de una serie de líneas transecto que pasan a través del área; después del área alrededor de cada punto debe ser dividida en cuatro partes iguales, o cuadrantes, estos pueden ser formados por la misma línea y una perpendicular a ella que pasa por el punto muestreado. El individuo más cercano al punto en cada cuadrante es entonces localizado. Son determinados para cada planta, las especies, área basal y distancia-punto planta. El área basal se determina midiendo la cir-

cunferencia de los troncos de los árboles "a la altura del pecho".

Valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia pueden ser combinados en un solo valor, llamado "Valor de Importancia", índice utilizado por primera vez por Curtis y MacIntosh (1951), ellos calculan, (porcentaje) relativo de densidad, (porcentaje) relativo de dominancia y frecuencia como suma de porcentaje de frecuencia o frecuencia relativa; al estar estos tres valores en la misma base matemática, la suma de los tres valores (densidad más frecuencia más dominancia) dan un constante valor de 300 para todas las especies en una área muestreada. La importancia relativa de una especie arbórea es más claramente expresada por este método, más que por el DFD (densidad-frecuencia-dominancia) usado por Cottam en 1948; Whittford en 1949 y Stearn en 1951, citados por Curtis y MacIntosh (1951) donde la suma fué indeterminada. El índice es calculado por los valores separados de densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa para cada especie. Su magnitud es una excelente indicación de la importancia vegetacional de una especie dentro de una área, ya que este es susceptible para algunas variables como aparente contagio o excepcional área basal. Esta suma índice de una particular especie dentro de un terreno será referido como su "valor de importancia" en orden para diferenciarlo del índice DFD usado por tempranos investigadores.

En el área de estudio se colocaron tres líneas transecto las cuales presentan determinadas características y se localizan

en los siguientes sitios (ver Fig. 4).

La primera línea transecto midió 1,000 m de largo, tuvo 100 puntos al azar y se colocó en la porción más elevada del borde Sur del cráter. La segunda línea transecto midió 210 m de largo, con 50 puntos al azar y se situó entre el cono grande del interior del volcán y el borde sur del cráter, variando la altura de este sitio de los 1,625 m a los 1,580 m. La tercera línea transecto midió 275 m de longitud, tuvo 50 puntos al azar, y se colocó entre los dos conos interiores del volcán; el sitio tiene una altura variable promedio de 1,570 m. Las medidas de esta selva baja perennifolia fueron realizadas entre los días 16-24 de mayo de 1972.

Los estratos herbáceo y arbustivo de la selva fueron registrados con 50 cuadrados de 1 m², colocados en puntos al azar en cinco líneas de 50 m de largo cada una. Dos líneas tuvieron orientación N y las otras líneas se distribuyeron al S,E, y). Estas líneas se situaron entre el cono grande y el borde sur a una altura de 1,625 m. Los muestreos fueron tomados el 4 de julio de 1972.

La vegetación de la sabana del piso interior del volcán también fue muestreada con 50 cuadrados de 1 m², colocados en puntos al azar en tres líneas de 90 m de longitud cada una, estas llevaron una orientación E-O y estuvieron separadas una de otra por espacios de 5 m. Los datos de los muestreos fueron tomados el 29 de junio de 1972.

Existe la posibilidad de que en el método de punto-cuarto se obtengan resultados de densidad absoluta muy bajos, tales como

la mitad de la densidad verdadera de un bosque o selva, según James H. Beach (comunicación personal). Aunque ciertamente, no vamos a tratar de hacer comparaciones con la vegetación de otros lugares. Este método se usó porque nos facilitó el entendimiento de la estructura de la selva, y la importancia de las especies arbóreas.

En los muestreos con cuadrados, los valores de importancia fueron obtenidos por una modificación al método de Curtis y McIntosh, (1951) el cual solo incluye datos de frecuencia y cobertura, suministrando una suma constante de 200, en lugar de los 300 normales. Se usó esta por conteo de plantas individuales en esta vegetación.

3. Comunidad de la selva baja perennifolia

a. Resultados de los transectos punto-cuarto. Esta comunidad se presenta desde los 1,450 m hasta la cima. De los resultados contenidos en las tablas 4, 5, 6 y 7, se observa que la especie más importante es Oreopanax xalapense (ver Fig. 12). Además, otras especies comunes con elevados valores de importancia son: Rapanea jurgensenii, Viburnum acutifolium, Ilex pringlei, Clethra suaveolens, Senecio arborescens y Chamaedorea aff. tepejilote. Estas dos últimas especies forman otro estrato por debajo de la copa de la selva. Los altos valores de importancia de estas dos especies resultan de sus elevados valores de frecuencia. Senecio arborescens presentó un porcentaje de frecuencia de 92 en el transecto entre el cono grande y el cono chico. Aquí la vegetación presenta un menor desarrollo en comparación con las otras dos áreas muestreadas. Además, en este lugar la vegetación es muy jo-

Tabla 4. Densidad, área basal, dominancia relativa, frecuencia, diámetro promedio y valores de importancia de 15 especies arbóreas, con más de 13 cm de circunferencia adp*, en 100 puntos-cuartos en el borde sur del cráter del Volcán San Martín Tuxtla.

Especies	Densidad (individuos por hectárea)	Área basal por hectárea (cm ²)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia (%)	Diámetro promedio cm	Valor de importancia
1. <u>Oreopanax xalapense</u>	516.66	167444.34	24.16	48	18.1	58.2
2. <u>Rapanea jurgensenii</u>	538.50	122745.70	17.71	56	15.4	55.2
3. <u>Viburnum acutifolium</u>	451.17	119315.06	17.21	46	14.8	48.3
4. <u>Ilex pringlei</u>	240.13	151239.40	21.82	26	25.5	38.9
5. <u>Clethra suaveolens</u>	211.03	70329.76	10.14	25	18.6	25.9
6. <u>Chamaedorea</u> sp.	269.25	5156.74	.74	23	4.7	17.8
7. <u>Clusia salvinii</u>	196.48	11902.76	1.71	22	8.1	15.9
8. <u>Senecio arborescens</u>	196.48	7030.25	1.01	20	6.4	14.7
9. <u>Gaultheria nitida</u>	160.10	11075.88	1.59	15	9.0	12.2
10. <u>Rhamnus capreaefolia</u>	58.51	4696.10	.67	5	9.3	4.4
11. <u>Myrica cerifera</u>	29.11	13357.12	1.92	2	21.5	3.60
12. <u>Trema micrantha</u>	14.55	3040.51	.43	2	12.0	1.61
13. <u>Litsea glaucescens</u>	14.55	915.19	.13	2	9.0	1.31
14. <u>Saurauia villosa</u>	7.28	4486.44	.64	1	28.0	1.23
15. <u>Oreopanax capitatum</u>	7.28	187.68	.02	1	6.0	.61
TOTALES	2910.78	692922.33	99.90	2.94	206.4	299.82

*adp, a la altura del pecho.

Tabla 5. Densidad, área basal, dominancia relativa, frecuencia, diámetro promedio y valores de importancia de 11 especies arbóreas, con más de 13 cm de circunferencia adp, en 50 puntos-cuartos entre el borde sur del cráter y el cono grande dentro del cráter del Volcán San Martín Tuxtla.

Especies	Densidad (individuos por hectárea)	Area basal por hectárea (cm ²)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia (%)	Diámetro promedio cm	Valor de importancia
1. <u>Oreopanax xalapense</u>	614.20	185998.18	32.15	70	18.5	79.93
2. <u>Rapanea jurgensenii</u>	368.52	92973.91	16.07	50	15.4	47.19
3. <u>Chamaedorea</u> sp.	491.36	9326.06	1.61	54	4.7	39.02
4. <u>Clethra suaveolens</u>	171.97	106155.36	18.35	26	27.4	33.73
5. <u>Viburnum acutifolium</u>	221.11	86297.02	14.91	30	18.9	33.58
6. <u>Ilex pringlei</u>	208.82	58849.65	10.17	30	16.3	28.34
7. <u>Senecio arborescens</u>	270.25	13985.43	2.41	32	7.7	23.73
8. <u>Clusia salvinii</u>	36.85	5938.00	1.02	6	14.0	4.45
9. <u>Hedyosmum mexicanum</u>	36.85	5771.44	.99	6	12.6	4.42
10. <u>Saurauia villosa</u>	12.28	12477.95	2.15	2	36.0	3.29
11. <u>Xylosma</u> sp.	24.56	635.12	.10	4	5.5	2.39
TOTALES	2456.80	578408.12	99.93	3.10	177.0	299.87

Tabla 6. Densidad, área basal, dominancia relativa, frecuencia, diámetro promedio, y valores de importancia de 16 especies arbóreas, con más de 13 cm de circunferencia adp, en 50 puntos-cuartos entre el cono grande y el cono chico dentro del cráter del Volcán San Martín Tuxtla.

Especies	Densidad (individuos por hectárea)	Area basal por hectárea (cm ²)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia (%)	Diámetro promedio cm	Valor de importancia
1. <u>Senecio arborescens</u>	1091.20	34449.18	11.46	92	6.9	91.03
2. <u>Oreopanax xalapense</u>	251.81	111012.95	36.93	30	21.52	58.54
3. <u>Rapanea jurgensenii</u>	215.84	23457.49	7.80	28	10.7	27.17
4. <u>Viburnun acutifolium</u>	179.86	22243.28	7.40	28	11.9	25.27
5. <u>Chamaedorea sp.</u>	263.80	5014.83	1.67	32	4.7	24.52
6. <u>Clethra suaveolens</u>	95.93	39237.28	13.05	16	19.0	22.97
7. <u>Ilex pringlei</u>	59.95	38968.09	12.97	8	23.6	18.43
8. <u>Litsea glaucescens</u>	83.93	9916.32	3.30	14	10.7	11.98
9. <u>Gaultheria nitida</u>	47.96	7903.80	2.63	4	14.0	6.11
10. <u>Citharexylum lucidum</u>	35.97	1998.85	.66	6	7.6	4.38
11. <u>Hedyosmum mexicanum</u>	11.99	2385.29	.79	2	16.0	2.03
12. <u>Meliosma dentata</u>	11.99	2198.36	.73	2	15.0	1.97
13. <u>Oreopanax capitatum</u>	11.99	1168.78	.39	2	11.0	1.63
14. <u>Olmediella betscheleriana</u>	11.99	244.23	.08	2	5.0	1.32
15. <u>Palicourea galeottiana</u>	11.99	214.62	.07	2	5.0	1.31
16. <u>Clusia salvinii</u>	11.99	214.62	.07	2	5.0	1.31
TOTAL	2398.24	300627.97	100.0	2.70	187.62	299.97

Tabla 7. Densidad, área basal, dominancia relativa, frecuencia, diámetro promedio, y valores de importancia de 18 especies arbóreas, con más de 13 cm de circunferencia adp, en 100 puntos-cuartos en dos líneas transectos dentro del cráter del Volcán San Martín Tuxtla (datos combinados de las tablas 5 y 6).

Especie	Densidad (individuos por hectárea)	Aérea basal por hectárea (cm ²)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia (%)	Diámetro Promedio cm	Valor de importancia
1. <u>Oreopanax xalapense</u>	430.84	148062.47	33.85	50	20.0	69.02
2. <u>Senecio arborescens</u>	685.70	24342.35	5.56	57	7.2	53.67
3. <u>Rapanea jurgensenii</u>	291.27	57799.62	13.21	39	13.0	38.80
4. <u>Chamaedorea sp.</u>	376.22	7159.47	1.64	43	4.0	32.12
5. <u>Viburnum acutifolium</u>	200.25	53402.67	12.21	29	15.4	30.56
6. <u>Clethra suaveolens</u>	133.50	72298.26	16.53	21	24.0	29.34
7. <u>Ilex pringlei</u>	133.50	48799.59	11.16	19	19.9	23.28
8. <u>Litsea glaucescens</u>	42.48	5019.01	1.15	7	10.7	5.34
9. <u>Hedyosmum mexicanum</u>	24.27	4057.74	.93	4	14.3	3.32
10. <u>Clusia salvinii</u>	24.27	3041.76	.70	4	9.5	3.09
11. <u>Gaultheria nitida</u>	24.27	3999.70	.91	2	14.0	2.61
12. <u>Citharexylum lucidum</u>	18.20	1011.92	.23	3	7.6	2.02
13. <u>Saurauia villosa</u>	6.07	6167.85	1.41	1	36.0	2.01
14. <u>Xylosma sp.</u>	12.14	313.94	.07	2	5.5	1.27
15. <u>Meliosma dentata</u>	6.07	1112.93	.25	1	15.0	.85
16. <u>Oreopanax capitatum</u>	6.07	591.70	.14	1	11.0	.74
17. <u>Umeclella betscheleriana</u>	6.07	123.64	.03	1	5.0	.63
18. <u>Palicourea galeottiana</u>	6.07	108.65	.02	1	5.0	.62
TOTALES	2427.26	437413.47	100.00	2.87	237.1	299.29



Fig. 13. Vista de la Planicie Costera en la región de los Tuxtlas. Al fondo el Golfo de México y en primer plano Oreopanax xalapense. Foto tomada desde el Volcán San Martín Tuxtla. Agosto/1972.



Fig. 14. Vista desde el borde sur del cráter del Volcán San Martín Tuxtla a la derecha se observa el pequeño cono dentro del cráter. Abajo a la izquierda se ve un manchón de Carpinus caroliniana sin hojas. Febrero/1972.

ven debido a que el terreno es muy pedregoso, con una capa de suelo pobremente desarrollada. Por otra parte, Senecio arborescens es encontrado en el arenal, en combinación con Gaultheria nitida y Clusia salvinii, siendo estas tres especies, las plantas pioneras más importantes en la colonización de este arenal. También aquí las condiciones son muy desfavorables por la pobreza del suelo, el cual es muy deleznable y poroso siendo pura ceniza volcánica.

Clusia salvinii, Gaultheria nitida, y Litsea glaucescens más bien son componentes típicos de la selva, aunque los dos últimos, como ya se señaló, tienden a ser pioneros. Las otras especies enlistadas en las Tablas 4-7 son elementos que forman el estrato inferior del bosque caducifolio. Por otra parte, puede hacerse una especial mención de Trema micrantha, que es una especie típica de comunidades secundarias en las tierras bajas tropicales. El único lugar donde se le localizó fue en el borde sureste. Ese lugar aún presenta actividad volcánica, se observan fumarolas y además el suelo se siente un poco caliente.

Carpinus caroliniana, aunque no ocurre en los muestreos del punto cuarto, debe considerársele como parte importante de la selva, ya que tiende a presentarse en muchos lugares del volcán, tales como el lado W de la sabana y la vertiente sur, alrededor de los 1,500 m de altura. Se observa a Carpinus en forma muy conspicua cuando no presenta hojas en el mes de diciembre (ver Fig. 14).

Liquidambar macrophylla fué otra de las especies no encontrada en los muestreos. Se observaron principalmente dos árboles grandes, uno dentro del cráter entre los conos grande y chico, y otro en el lado oeste arriba del arenal. Los dos árboles tienen

un diámetro mucho más grande que las especies vecinas. Es probable que ellos se originen de una etapa temprana de recolonización del volcán, después de la erupción de 1793. Además, deben tener bastantes años de crecimiento, por su tamaño tan grande.

En los distintos lugares de muestreo se encontró que las distancias promedio del punto cuarto a la planta, varían un poco. En el muestreo del borde sur del cráter la longitud es de 1.85 m. La longitud es mayor (2.01 m) entre el borde sur y el cono grande. Además, en ese sitio están los árboles de mayor talla y grosor. Entre el cono grande y el cono chico la longitud del punto a la planta es de 2.04 m.

El desarrollo de la vegetación presenta marcados contrastes en los tres sitios de muestreo. Entre el cono grande y el cono chico el terreno es muy pedregoso, lo que hace que la vegetación en ese lugar presente el más pobre desarrollo. Mientras que entre el borde sur y el cono grande, el terreno se encuentra formado por una gruesa capa de ceniza con una cubierta de suelo más desarrollado. Además este lugar se encuentra muy bien protegido contra los fuertes vientos del norte. Al parecer por estas razones aquí la vegetación presenta las alturas máximas.

Los árboles de la selva varían mucho en su forma y tamaño en los diferentes sitios, siendo muy marcados los contrastes principalmente en los lugares expuestos al viento y los protegidos de él. Por lo común, en los lugares expuestos al viento los árboles presentan sus tallos y ramas principales distorsionados y su distribución es muy espesa. Además, estos árboles se encuentran cubiertas por gruesas capas de colgantes musgos y hepáticas (ver Fig.

15), helechos, peperomias (ver Fig. 16) y orquídeas. Las hepáticas y musgos colgantes por lo común, ondean de las ramas.

A su vez, en los lugares protegidos al viento, los árboles presentan tallas considerables y sus troncos y ramas principales están derechas; así también disminuye la capa de epifitas.

Las hojas de la mayoría de los árboles son pequeñas y coriáceas. Excepciones al pequeño tamaño de las hojas incluyen Oreopanax xalapense, Saurauia villosa, y Senecio arborescens, que presentan hojas más grandes.

Sobre las ramas de algunos árboles, Oreopanax xalapense y tal vez algunas otras especies, se encuentra postrada una hemiparásita de la familia Loranthaceae, la cual es muy aparente por su forma de pequeño arbusto, con sus hojas verde claro. Lamentablemente no se logró coleccionar ningún ejemplar en la cima, aunque tenemos un ejemplar de Phoradendron amplifolium a los 1,000 m en la sabana grande, al pie del lado sur del Volcán y probablemente sea la misma especie.

En una pequeña porción de la selva muy cerca de la cima, en el borde sur del cráter, se observan árboles de 2 ó 3 m de alto, con tallos muy delgados. Parece que aquí la selva es más joven que en las otras partes del borde. Hay varias posibles explicaciones acerca de este suceso. Es muy posible que los factores ambientales hayan impedido el crecimiento de esta vegetación, establecida de las erupciones volcánicas. Otra posibilidad son los incendios provocados por el hombre o por los rayos durante las tormentas, pudieron haber destruido una porción de la selva en esta localidad



Fig. 15

15. Troncos y ramas cubiertas con epífitas. En el borde sur del Volcán San Martín Tuxtla, a 1700 m de altitud. Diciembre/1971.



Fig. 16. Peperomia obtusifolia (epífita). Borde sur del cráter del Volcán San Martín Tuxtla. Septiembre/1974.



Fig. 17. Vista desde la cima del Volcán San Martín Tuxtla. En primer plano Ilex pringlei sin hojas, en la parte media el Cerro Mastagaga y al fondo la Sierra de Santa Marta. Febrero/1972.

en algún tiempo en el pasado. Según van Steenis (1972), una de las causas que ayuda a la formación de incendios en el mossy forest de Java es la abundancia de musgo y ciperáceas, las cuales se encienden fácilmente en la época de sequía. Este mismo suceso es señalado por Miranda (1952) en Chiapas. Otra posibilidad es que esta selva joven en el borde del cráter se ha desarrollado en una de las áreas abiertas notadas por Nelson y Goldman en (Goldman, 1951).

Nosotros no tenemos una explicación para la presencia del pequeño claro (diámetro aproximado 10 m) sobre el segundo punto más alto (1730 m) de la cumbre en el borde sur del cráter. ¿Es éste el último sitio permanente en el borde del cráter que no ha sido ocupado por árboles desde la erupción de 1973? ¿O es éste un aclaramiento resultante de un fuego o de las actividades humanas que necesitaron una abertura desde la cual observar el notable panorama de conos volcánicos, selvas, campos de cultivo y el mar. Suponemos que éste claro existía en 1940 cuando Carriker (Wetmore, 1943), visitó la montaña o él no la habría señalado: "The trail emerges at the highest point on the volcano at the middle of the southern side, this side being much higher than the northern part of the rim. From this elevation, there is a grand view across the summit to the lowlands on the north, and to the sea on the east".

Aunque la mayoría de las especies conservan sus hojas durante el año, varias especies bastante importantes pierden sus hojas por un corto período de tiempo entre los meses de diciembre y marzo. Dentro de ésta, las más conspicuas son Carpinus caroliniana, especie ya citada, e Ilex pringlei (Figs. 14 y 17). Debe

ser notado que estas dos especies no pierden sus hojas exactamente al mismo tiempo. Es posible que debido a la juventud de esta vegetación, estas especies responden a factores diferentes y no han tenido la oportunidad de seguir avanzando evolutivamente en este lugar, para responder a factores ambientales del Volcán San Martín. Gómez-Pompa (1973) indica que el hábito decíduo pudo ser un relicto debido a la carencia de una fuerte competencia con otras especies de árboles.

b. Altura de los árboles. Se tomaron las alturas de los árboles en varios sitios del Volcán. En el principio del transecto en el borde sur, a 1,710 m, la vegetación midió 10.4 m. Cien metros al E del transecto, midió 12.4 m, y en el descanso principal (1,630 m) midió 11.0 m (Fig. 18). La vegetación alcanza su máxima altura en los lugares protegidos, tales como entre el borde sur de la cima y el cono grande, donde la selva tiene 15-18 m, y el lado W de la sabana en donde mide 16-18 m. En este lugar el árbol más abundante es Carpinus caroliniana. La vegetación de más baja altura se localiza en la cima del volcán (borde SW) con alturas de 2-5 m (Figs. 19 y 20) y en el borde W del cono chico en donde disminuye su altura a 3-4 m. Otras medidas de árboles se tomaron entre el cono grande y el cono chico, siendo las alturas de 7 y 8 m. Se tomaron también en el cono grande en cuyo borde los árboles alcanzaron 8 m, y en el interior de su cráter varían entre los 10 y 15 m.

c. Diámetro de los árboles. El promedio de diámetro de los árboles se ha calculado para ayudarnos a entender la dimensión de los árboles de esta selva. Las dos especies más importantes que no alcanzan la copa del estrato arbóreo, son Chamaedorea sp. y Senecio



Fig. 18. Vista interior de la selva baja perennifolia en el descanso principal a 1630 m de altitud. Septiembre/1974.



Fig. 19. Vista del punto más elevado del Volcán San Martín Tuxtla (1738 m). Borde SO del cráter, con "matorral" de selva baja perennifolia. Febrero/1972.

arborescens y presentan un diámetro promedio muy bajo; la primera especie tiene 4.7 cm y la segunda 7.7 cm. Debido a los reducidos diámetros de estas dos especies, se hicieron dos cálculos de suma total de diámetros de todas las especies, incluyendo en uno a las dos especies y otro sin ellas, con el propósito de comparar los resultados y observar si había mucha variación.

El diámetro promedio más grande de los árboles fue encontrado en el transecto situado entre el cono grande y el borde Sur "sitio protegido a los fuertes vientos"; 18.2 cm sin Chamaedorea y Senecio y de 16.0 cm incluyéndolos. El diámetro promedio de los árboles en el transecto de la cima "sitio desprotegido a los fuertes vientos" fue de 15.0 cm sin Chamaedorea y Senecio y de 13.7 cm incluyéndolos. El diámetro promedio de los árboles en el transecto situado entre el cono grande y el cono chico sitio protegido a los vientos fue de, 15.2 cm sin incluir Chamaedorea y Senecio y de 13.7 cm incluyéndolos. A pesar de que los árboles se encuentran en este caso en un sitio protegido, presentan un diámetro promedio menor, otro factor importante en este lugar es, que la vegetación se desarrolló sobre lava volcánica y en los otros sitios se desarrollo sobre ceniza volcánica. Los diámetros promedio para cada especie se pueden ver en las tablas 4-7.

d. Anillos de crecimiento de los árboles. En un intento para calcular la posible edad y la velocidad de crecimiento en diámetro de los árboles más comunes, fueron colectados segmentos de troncos de 11 especies en el borde sur del cráter a altitudes entre 1,650 y 1,730 m. Los árboles de cada una de estas muestras estuvieron



Fig. 20. "Matorral" de selva baja perennifolia a 1730 m de altitud, en el borde sur del cráter del Volcán San Martín Tuxtla. Las plantas con grandes hojas son: a la derecha Saurauia villosa y Senecio arborescens a la izquierda. Diciembre/1971.



Fig. 21. Estrato herbáceo-arbustivo de la selva baja perennifolia con abundante Chamaedorea (carricillo) Septiembre/1974.

Tabla 8. Anillos de crecimiento de 11 especies arbóreas en la selva
baja perennifolia del Volcán San Martín Tuxtla.

	Número de anillos	Radio en cm	Diámetro en cm	Promedio en incremento de diámetro ocurrido en los anillos	Diámetro promedio de la especie, en datos de puntos-cuarto
1. <u>Carpinus caroliniana</u>	13	3.9	7.8	.60	no encontrado en el punto-cuarto
2. <u>Clethra suaveolens</u>	40?	10.5	21.0	.52	18.6-n=29
3. <u>Clusia salvinii</u>	37	8.3	16.6	.45	8.1-n=27
4. <u>Gaultheria nitida</u>	11	2.8	5.6	.51	9.0-n=22
5. <u>Ilex pringlei</u>	42	9.7	19.4	.46	25.5-n=33
6. <u>Myrica cerifera</u>	18	6.0	12.0	.67	21.5-n=4
7. <u>Oreopanax xalapense</u>	25	6.5	13.0	.52	18.1-n=71
8. <u>Rapanea jurgensenii</u>	27	6.5	13.0	.48	15.4-n=74
9. <u>Saurauia villosa</u>	ca 23	8.0	16.0	.69	28.0-n=1 muy difícil para contar
10. <u>Senecio arborescens</u>	12-16?	6.5	13.0	.93	6.4-n=27
11. <u>Viburnum acutifolium</u>	44?	7.0	14.0	.32	14.8-n=62 algunos anillos mucho más distinguibiles que otros.

n = Número total de árboles encontrados en los puntos-cuarto.

Si existe alguna correlación entre un ciclo anual y la ocurrencia de anillos, puede observarse que el crecimiento más rápido es el de la especie Senecio arborescens, la cual tiene anillos anchos y conspicuos, más que ninguna otra. Puede también notarse que la madera de esta especie es muy blanda. Por otro lado, Viburnum acutifolium tuvo los anillos muy estrechos y es una especie con madera muy dura.

e. Estrato herbáceo-arbustivo. La frecuencia, cobertura y los valores de importancia fueron computados para 31 especies (hierbas, arbustos y plántulas de árboles) encontradas bajo el estrato de la selva (Tabla 9). Chamaedorea sp. (carricillo) y Uncinia hamata son las especies más importantes del estrato bajo (Fig.21). Juntas, las dos especies contienen 54% del total de cobertura. Además, las dos tienen frecuencias muy elevadas. Chamaedorea aff. elegans es muy abundante, apareciendo con bastante uniformidad en toda el área del bosque, pero Uncinia hamata crece en forma amacollada, más abundante en unos lugares que en otros. Las otras especies subdominantes en el estrato bajo muestreado son Ichnanthus pallens, Smilax sp., Polypodium biauratum, Psychotria trichotoma, Elaphoglossum latifolium y Cestrum elegans. Todas las demás especies presentan valores de importancia muy bajos. Las polipodiáceas son la familia más abundante en especies dentro del estrato bajo, pero sólo dos de ellas presentan un valor de importancia de alguna significancia. Las orquídeas (con 4 especies) son la otra familia abundante, pero no tienen frecuencia ni cobertura significativa.

Por otra parte, Chamaedorea aff. elegans es abundante a través de la selva, crece en forma tal en el borde oeste del cráter que ese lugar es conocido como "el banco de palmas" nombre

Tabla 9. Frecuencia, cobertura y valores de importancia de 31 especies encontradas en 50 cuadrados en el estrato herbáceo-arbustivo de la selva baja perennifolia.

Especies	% de frecuencia	% de cobertura	Valor de importancia
1. <u>Chamaedorea</u> aff. <u>elegans</u> (Alvarez 6)	84	26.92	44.42
2. <u>Uncinia</u> <u>hamata</u>	76	27.82	43.65
3. <u>Ichnanthus</u> <u>pallens</u>	76	10.22	26.05
4. <u>Smilax</u> <u>subpubescens</u>	40	3.91	12.24
5. <u>Polypodium</u> <u>biauratum</u>	34	4.72	11.80
6. <u>Psychotria</u> <u>trichotoma</u>	30	4.23	10.48
7. <u>Elaphoglossum</u> <u>latifolium</u>	24	4.56	9.56
8. <u>Cestrum</u> <u>elegans</u>	20	2.97	7.13
9. <u>Olmediella</u> <u>betschleriana</u>	4	3.85	4.68
10. <u>Carpinus</u> <u>caroliniana</u>	16	0.71	4.04
11. <u>Piper</u> <u>muelleri</u>	6	2.53	3.78
12. <u>Croton</u> <u>draco</u>	12	0.49	2.99
13. <u>Goodyera</u> <u>striata</u>	10	0.60	2.68
14. <u>Prescottia</u> <u>stachyodes</u>	6	0.99	2.24
15. <u>Pteris</u> <u>propinqua</u>	4	1.15	1.98
16. <u>Clusia</u> <u>salvinii</u>	4	0.88	1.71
17. <u>Oreopanax</u> <u>xalapense</u>	4	0.55	1.38
18. <u>Senecio</u> <u>arborescens</u>	4	0.27	1.10
19. <u>Isachne</u> <u>arundinacea</u>	2	0.66	1.08
20. <u>Elaphoglossum</u> <u>erinaceum</u>	2	0.44	0.86
21. <u>Tripogandra</u> <u>grandiflora</u>	2	0.44	0.86
22. <u>Epidendrum</u> <u>polyanthum</u>	2	0.22	0.64
23. <u>Polypodium</u> <u>plebejum</u>	2	0.22	0.64
24. <u>Trichilia</u> <u>glabra</u>	2	0.22	0.64
25. <u>Polypodium</u> <u>astrolepis</u>	2	0.11	0.53
26. <u>Dichaea</u> <u>graminoides</u>	2	0.05	0.47
27. <u>Palicourea</u> <u>galeottiana</u>	2	0.05	0.47
28. <u>Peperomia</u> <u>arboricola</u>	2	0.05	0.47
29. <u>Polypodium</u> sp. (Alvarez 21)	2	0.05	0.47
30. <u>Turpinia</u> <u>occidentalis</u>	2	0.05	0.47
31. <u>Xylosma</u> sp. (Alvarez 24)	2	0.05	0.47

dado por los palmeros. Según informes de ellos, esta palma ha disminuído su abundancia durante los últimos 10 años por la recolección tan excesiva de ella. En otras partes de la Sierra de los Tuxtlas, tales como la Sierra de Santa Marta y arriba de Bastonal, informa la gente local, que anteriormente abundaba esta palma, pero se extrajo tanta que se ha reducido la población a tal grado que ahora hay poca actividad de colecta.

Uncinia hamata tiene una admirable facilidad de dispersión, debida a que sus frutos presentan un gancho en un extremo, el cual se adhiere a la ropa de la gente o al pelo de los animales, siendo así trasladados a otros lugares de la selva.

Los bejucos, principalmente Smilax, son otros componentes importantes del estrato herbáceo arbustivo. En algunos sitios se encuentran muy abundantes, haciendo muy difícil trabajar. Al mismo tiempo, forman verdaderas tramas, que sumadas a las raíces expuestas de los árboles dificultan el caminar en esos lugares. Parece que dos especies de Smilax son los componentes fundamentales de esta inmensa maraña. Una de ellas presenta su tallo inerme y el otro tiene un tallo con espinas. Desafortunadamente, no se colectaron ejemplares en la zona de estudio (cima) debido a que nunca los encontramos con flores o frutos. Es probable que la especie sin espinas sea similar a un ejemplar de Smilax subpubescens colectado en el lado sur a una altura de 1,415 m. Es posible que la especie con espinas corresponde a Smilax bona-nox. Las plantas son muy difíciles de romper por su consistencia fibrosa.

De este estrato bajo, 10 especies del total de 31, son árboles, que se encuentran en estado de plántula. Estas son las siguientes:

Olmediella betschleriana, Carpinus caroliniana, Croton draco, Clusia salvinii, Oreopanax xalapense, Senecio arborescens, Trichilia glabra, Palicourea galeottiana, Turpinia occidentalis, y Xylosma sp. Aunque los árboles están bien representados en el estrato bajo, es notable que algunas de las más importantes especies, como Rapanea jurgensenii, Clethra suaveolens, Viburnum acutifolium, Ilex pringlei, y Saurauia villosa, no estuvieron representadas en este muestreo; como también, es interesante que existan plántulas de árboles que no habitan como adultas en la selva baja perennifolia.

4. Comunidad de la sabana.

La sabana (Fig. 22) ocurre en la parte más baja del interior del cráter a una altura de 1,550 m con una orientación longitudinal E-W, y tiene un tamaño de 160 m de largo por 60 m de ancho. Se muestreó con el método de cuadrados ya mencionado.

Se tomaron valores de frecuencia y cobertura, de los cuales fueron computados valores de importancia para cada especie de las 32 encontradas (Tabla 10).

Andropogon virginicus, es la especie más importante de la sabana (Fig. 23). A esta le siguen Hieracium abscissum y Panicum xalapense. Juntas estas tres especies, presentan los más altos valores de frecuencia y cobertura. De las 32 especies encontradas, sólo diez presentan altos valores de importancia incluyendo las tres antes citadas, Pteridium aquilinum, Myrica cerifera, Cirsium subcoriacium, Erigeron karwinskianus, Lobelia laxiflora, Trisetum

deyeuxioides, y Eragrostis lugens. De estas 10, cuatro son gramíneas, y tres compuestas. Además, hay que hacer notar la presencia de Pteridium aquilinum, que es una especie muy frecuente en los sitios donde se taló y quemó el bosque caducifolio.

Hay varias hipótesis para explicar la presencia de esta sabana, la cual no deja de ser una comunidad sucesional. Una posibilidad es que haya sido el calentamiento del suelo por los magmas subterráneos que matan a la vegetación, y que no permiten dejar crecer plantas con sistemas de raíces profundas. Es posible también que algunos incendios ayuden a este tipo de vegetación a quedar en una etapa sucesional. Se ha observado que hay incendios a intervalos frecuentes, el más reciente al principio del año 1973. Según informes obtenidos hay algunas personas que queman la sabana, únicamente como diversión. Otra hipótesis para explicar la presencia de la sabana es la de que algunos gases venenosos, como el bióxido y el monóxido de carbono, formen un "valle de la muerte", como lo describe van Steenis (1972) para algunos volcanes de Java. La sabana presenta afloramiento de lava muy reciente con una capa de suelo muy delgada; a través de esta lava se filtra el agua de lluvia y de los arroyos que se forman durante las tormentas.

Algunas especies de la sabana también existen en la cima del borde sur en donde hay el pequeño claro. Estas son Hieracium abscissum, Panicum xalapense, Myrica cerifera, Erigeron karwinskianus, Gnaphalium attenuatum, G. americanum, Relbunium hypocarpium, Lobelia laxiflora, Litsea glaucescens, y Monochaetum deppeanum.

Tabla 10. Frecuencia, cobertura y valores de importancia de 32 especies encontradas en 50 cuadrados en la vegetación de la sabana dentro del cráter.

Especies	% de frecuencia	% de cobertura	Valor de importancia
1. <u>Andropogon virginicus</u>	86	28.04	41.23
2. <u>Hieracium abscisum</u>	92	8.17	22.28
3. <u>Panicum xalapense</u>	94	5.98	20.40
4. <u>Pteridium aquilinum</u>	32	8.77	13.68
5. <u>Myrica cerifera</u>	30	8.64	13.24
6. <u>Cirsium subcoriaceum</u>	24	8.30	11.98
7. <u>Eriqeron karwinskianus</u>	46	4.60	11.65
3. <u>Lobelia laxiflora</u>	20	5.46	8.53
9. <u>Trisetum deveuxioides</u>	38	2.11	7.63
10. <u>Eragrostis lugens</u>	22	3.61	6.98
11. <u>Cyperus hermaphroditus</u>	24	1.81	5.49
12. <u>Gnaphalium americanum</u>	26	1.12	5.11
13. <u>Hypericum uliginosum</u>	26	1.03	5.02
14. <u>Chaptalia nutans</u>	16	1.98	4.43
15. <u>Eupatorium aschenbornianum</u>	6	3.40	4.32
16. <u>Pityrogramma tartarea</u>	10	0.56	2.09
17. <u>Muhlenbergia robusta</u>	4	1.38	1.99
18. <u>Galinsoga ciliata</u>	6	0.95	1.87
19. <u>Agrostis perennas</u>	10	0.30	1.83
20. <u>Erechtites hieracifolia</u> var. <u>cacalioides</u>	6	0.64	1.56
21. <u>Reibunium hypocarpium</u>	6	0.26	1.18
22. <u>Andropogon bicornis</u>	2	0.86	1.17
23. <u>Arenaria lanuginosa</u>	4	0.34	0.95
24. <u>Bletia purpurea</u>	4	0.30	0.91
25. <u>Polypodium aureum</u>	4	0.30	0.91
26. <u>Bomarea acutifolia</u>	4	0.09	0.70
17. <u>Litsea glaucescens</u>	2	0.26	0.57
18. <u>Cissampelos pareira</u>	2	0.25	0.56
19. <u>Carex chordalis</u>	2	0.17	0.48
0. <u>Monochaetum deppeanum</u>	2	0.13	0.44
1. <u>Sisyrinchium serrulatum</u>	2	0.13	0.44
2. <u>Carex polystachya</u>	2	0.06	0.37



Fig. 22. La sabana dentro del cráter. Junio/1972.



Fig. 23. Cuadrado en la sabana con *Andropogon* spp y helecios, conspícuos. Junio/1972.

Es interesante notar que las únicas especies arbóreas que encontramos en la sabana y que también ocurren en el arenal son Myrica cerifera y Litsea glaucescens. Además, no se encontraron otras plántulas de árboles de la selva. A pesar de que la sabana está en una etapa sucesional, las especies de la selva todavía no han tenido éxito para entrar en este habitat. Por otra parte, algunas de las especies pioneras más importantes en el arenal son Gaultheria nitida y Senecio arborescens, que son componentes importantes de la selva pero ausente de la sabana.

Hay que notar que las medidas de cobertura de la sabana fueron tomadas a fines del mes de junio de 1972. Cuando se observó la sabana el 11 de septiembre de 1974, fue claro que hubo más cobertura que cuando hicimos los muestreos. Desde luego, esto se debe a la oportunidad que tiene la vegetación de crecer más tiempo durante la época de lluvias. Es posible también que el fuego del principio de 1973 haya estimulado el crecimiento de la vegetación.

5. Comunidad del arenal

El arenal (Fig. 24) es una área de ceniza volcánica suelta, localizada sobre la inclinada ladera Oeste del Volcán, entre las altitudes aproximadas de 1,450 y 1,550 m. En fotos aéreas parece que otras dos áreas más pequeñas de arenales ocurren en la ladera Suroeste, casi a la misma altura. Por cálculos sobre la foto aérea el arenal más grande parece ocupar una extensión de más o menos 200 x 200 metros (ver Fig. 3). Posiblemente este arenal se originó como resultado de un derrumbe, aunque no vimos ninguna evidencia de éste. Pequeños derrumbes son observados en la cara norte de la vertiente sur del cráter donde la superficie de la



Fig. 24. El Arenal. Vertiente SO del Volcán San Martín
Tuxtla. Septiembre/1974.



Fig. 25. Myrica cerifera en el Arenal. Septiembre/1974.

pared es casi vertical. Otra explicación posible para los arenales es que son áreas que todavía quedan sin cubrirse de vegetar desde las erupciones de 1793.

La vegetación del arenal provee excelentes ejemplos de especies pioneras que están sobre las cenizas volcánicas del Volcán San Martín. La especie más conspicua y aparentemente más abundante del arenal es Gaultheria nitida. Otros arbustos de considerable importancia son Myrica cerifera (ver Fig. 25) y Senecio arborescens. Además, otros arbustos evidentes son Monnina xalapense, Monochaetum deppeanum, Lobelia laxiflora e Iresine celosia. Hay abundantes helechos de las especies Pityrogramma tartarea y algo de Polypodium plebejum los cuales ocurren en grupos, asociados con algunas hierbas, tales como Gnaphalium attenuatum y Epidendrum radicans. Macollos de Rhynchospora dives también están presentes.

Tal vez las pioneras más importantes son la briofitas y líquenes tales como Campylopus, Cladonia, y Cladina, los cuales cubren considerables áreas, formando manchones (ver Fig. 4). Como se puede observar en la Fig. 4, todavía una gran porción del arenal se encuentra desnuda sin cubierta de vegetación.

6. Discusión

De la descripción de Mociño (1870) es evidente que las erupciones del Volcán San Martín en 1793 fueron tan intensas, que deben interpretarse de modo que las comunidades vegetales de la cima tienen su desarrollo desde ese tiempo. Aún si algunas plantas resistentes pudieron sobrevivir, como fue el caso de los alrededores de la cima del Volcán Irazú en Costa Rica después de su última erupción en 1963 (Beaman, comunicación oral). La

estructura y composición de la actual vegetación en el arenal del Volcán San Martín corresponde a algunas etapas tempranas sucesionales, que posiblemente pueden ser precursores característicos de la selva baja perennifolia por su desarrollo sobre ceniza volcánica. Asimismo, la sabana podría ser una etapa característica sucesional de la vegetación, la cual se desarrolla sobre lava no muy pedregosa.

Es problemático decidir si la selva baja perennifolia actual representa una vegetación climax, o es simplemente una etapa temprana en el desarrollo de una comunidad de selva mucho más compleja. Algunas especies arbóreas de la selva (ej. Gaultheria nitida y Myrica cerifera) claramente parecen ser tipos pioneros, mientras que los otros (ej. Rapanea jurgensenii, Clethra suaveolens y Viburnum acutifolium) aparentemente son más representativos de una etapa climax. Si es o no ésta una comunidad climax, parece evidente que continuara enriqueciéndose a través del establecimiento de más especies adicionales.

Ya que hay registros de erupciones del Volcán San Martín en el primero tercio del siglo XVI y en 1664, así como también en 1793, pudiera suponerse que muchas especies pioneras capaces de colonizar los hábitats desnudos de ceniza y lava estaban ya presentes antes de la última erupción. Sus sobrevivientes probablemente suministraron una rápida fuente de propágulos con los cuales empezó el presente proceso de recolonización. Una fuente importante de nuevo material vegetal pudo haber provenido de la vecina Sierra de Santa Marta, la cual fue y quizá continúa siendo, un reservorio de especies preadaptadas al ambiente de la selva baja de San Martín. De colectas de Santa Marta sabemos que hay

muchas especies ahí que no hemos visto en San Martín.

La importancia de las especies con propágulos adaptados al transporte por viento parece evidente. Así, las epifitas incluyen no sólo a las dispersadas esporas de las briofitas y helechos, sino también algunas angiospermas como las orquídeas y bromelias, las cuales pudieron haber llegado transportadas por el viento desde Santa Marta. Se puede notar que el Volcán San Martín está hasta cierto punto bajo la influencia de vientos procedentes del noreste desde Santa Marta. Además, está en la ruta de los relativamente infrecuentes huracanes, los cuales azotan el área de los Tuxtlas (Andrle, 1964). Puede ser significativo que algunas semillas relativamente pesadas de componentes de la selva baja perennifolia del Volcán Santa Marta, como Podocarpus oleifolius, aún no han llegado a quedar establecidas en San Martín.

La dispersión de semillas de algunas especies por pájaros desde Santa Marta parece verosímil. Algunos frutos carnosos de especies tales como Ilex pringlei y Viburnum acutifolium pudieron haber sido dispersados por aves.

En una área tropical a una moderada altitud, una flora de 132 especies de plantas vasculares en el volcán San Martín podría no aparentar ser considerablemente rica. La baja diversidad encontrada por Toledo (1969) documenta este hecho. A pesar de eso, cuando se da uno cuenta del pequeño tamaño del área (aproximadamente cuatro km cuadrados) y la muy joven edad del habitat (sólo 179 años desde la última erupción a la fecha de nuestras colectas), este nivel de diversidad parece quizá elevado. La diversidad manifiesta viene a ser aún más significativa cuando se consideran los

rigores combinados de los factores ambientales que una especie puede ser capaz de resistir en orden para tener éxito y establecerse en la vegetación de la cima del Volcán San Martín.

La fisonomía de esta selva baja perennifolia parece compararse muy bien con tipos de vegetación similares en otras partes del mundo. Sus árboles tienen comparable forma y tamaño, hay similitud en número de estratos verticales y la importancia de las epifitas es similar.

Por otra parte, la medición de los anillos de crecimiento en los árboles nos da bases para suponer una juventud del habitat, desarrollado después de la última erupción sucedida en 1793. Además, existen referencias históricas para creer en la juventud de la vegetación. Zerega (1870) afirma que en 1859 la vegetación medía de 5-7 m cubriendo la cúspide de los pequeños conos, pero no existía en los flancos ni en los lados interiores. Goldman (1951), reporta en 1894 vegetación de tipo matorral en la cima, tenía alturas de 2.0-2.7 m. Friedlaender (1924) reconoció vegetación de 5-10 m en la cima del Volcán.

Todos los factores del medio deben influir en la vegetación de la cima del San Martín, dándole esa fisonomía tan especial de selva baja. Esos factores son: alta precipitación pluvial (más de 4,500 mm anuales), la alta frecuencia de neblina, la atmósfera saturada de humedad y la reducida penetración de la luz solar; la temperatura que usualmente es óptima para la vegetación, pero en raras ocasiones suele bajar hasta 0°C y congelar las plantas como sucedió en 1899; el suelo que es muy pobre en fósforo, el pH muy ácido, la fracción activa compuesta de alofano, el cual

fija la materia orgánica en tal forma que es muy poco accesible a los microorganismos y disminuye la mineralización de ella y fija el fósforo; el viento que es fuerte todo el tiempo a lo largo del año, a veces alcanza grandes velocidades durante las tormentas dañando la vegetación.

En la literatura existen opiniones muy diversas que trata de dilucidar cual o cuales factores del medio ambiente son los que influyen en la corta talla de la vegetación. Estas se comentaron anteriormente en los antecedentes. Al finalizar la discusión, observamos que cada uno de los factores del medio están actuando en un mayor o menor grado oponiéndose al desarrollo óptimo de la vegetación. Asimismo, debemos notar que los genotipos de estas especies son un factor importante. Claramente, los árboles característicos de la selva baja perennifolia tienen hábitos de crecimiento más abajo como los de los árboles del bosque caducifolio. Sin embargo, debemos buscar factores del ambiente para explicar diferencias en tamaño de la misma especie en diferentes lugares. Es difícil plantear la solución del problema desde un punto de vista unidimensional y afirmar que tal factor (x) es el que influye para que la vegetación sea de corta talla. Es claro que esta discusión de los resultados nos lleve a visualizar el problema en forma multidimensional como se ve en la Fig. 26, en la cual todos estos factores, lluvia, humedad de la atmósfera y del suelo, radiación, temperatura, suelos y vientos, son importantes para la reducción en tamaño de la vegetación. Todos se presentan en forma más crítica en la parte más alta del volcán San Martín, en donde la vegetación arbórea presenta la talla más baja (2-5 m). De todas mane-

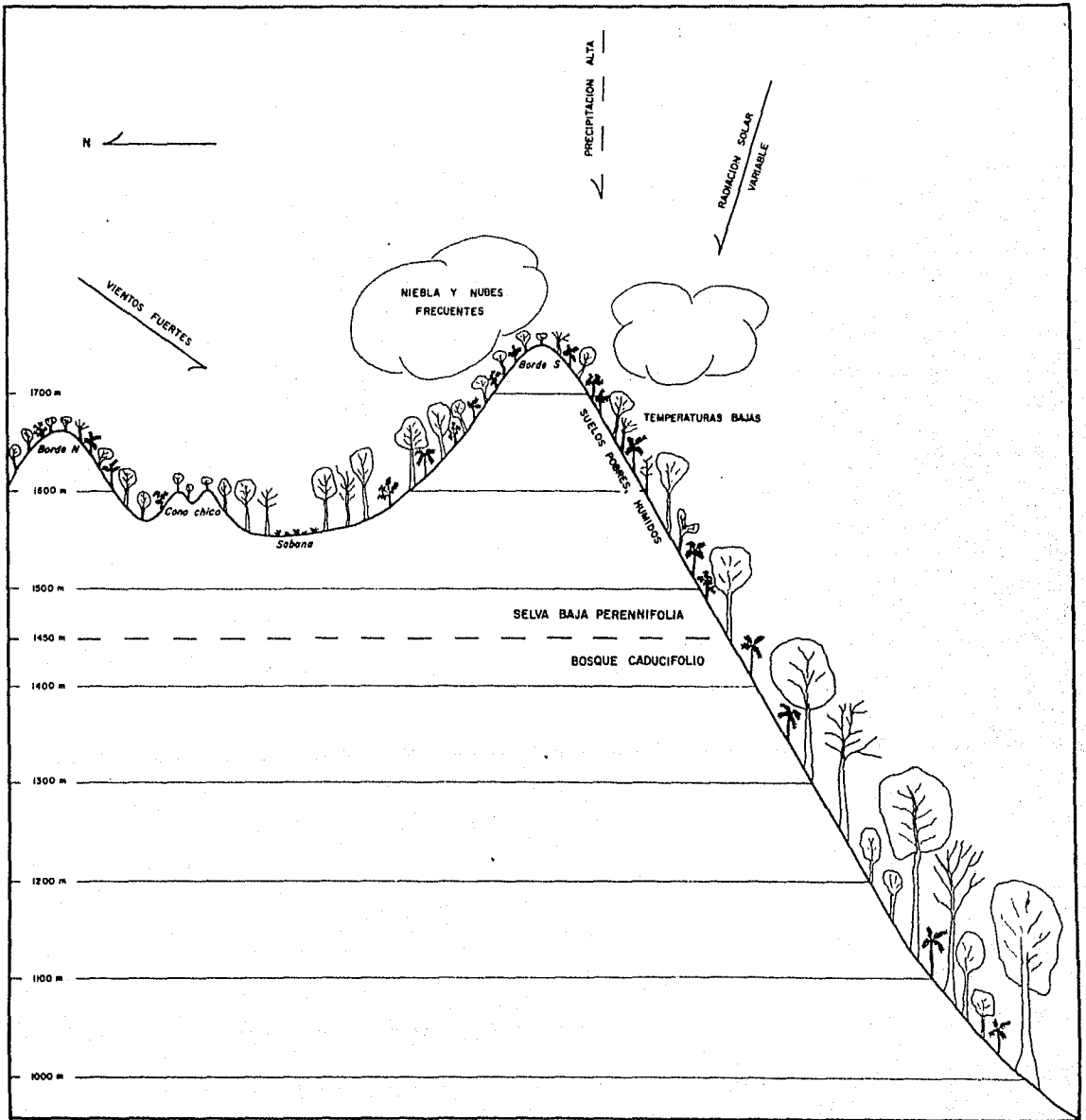


Fig. 26. "Perfil de la vegetación y resumen de los factores del medio ambiente alrededor de la cima del volcán San Martín Tuxtla.

ras, parece que el factor más importante para la corta talla en los sitios más desprotegidos, es el viento. Este podría tener el doble efecto de causar grandes daños a la vegetación durante las tormentas o huracanes y la casi frecuente poda de la vegetación a través del daño o desecación de brotes jóvenes en crecimiento. La baja estatura de la vegetación en la mayoría de las cordilleras y crestas en toda la Sierra de Los Tuxtlas, de variable altitud, atestiguan la importancia del viento como un factor principal. Así, nosotros observamos una reducida estatura en las selvas de las cimas del Cerro Vigía de San Martín (altitud 1,450 m), Cerro Mastagaga (altitud 1,400 m), Cerro Vigía de Santiago Tuxtla (altitud 950 m), y Cerro Blanco (altitud 800 m).

XI. FLORA

La lista de especies que siguen a continuación incluyen seis especies de líquenes en seis géneros, cinco hepáticos en cinco géneros, cuatro musgos en cuatro géneros, 19 pteridófitas en tres familias y 11 géneros, y 113 angiospermas en 46 familias y 98 géneros, para un total de 147 especies, 132 de las cuales son plantas vasculares. Las plantas no vasculares están incompletamente colectadas y estudiadas. Por otra parte, en la lista de pteridófitas y angiospermas podrían incluirse la mayoría de las especies probables que son encontradas en Volcán San Martín Tuxtla, aunque hay aún numerosos problemas para ser resueltos en la determinación de estas plantas.

Las familias de angiospermas representadas por el número más grande de especies son las Compositae (20 especies), Orchidaceae (20 especies), y Gramineae (11 especies). Las Polypodiaceae (sens. lat.) incluye 16 especies. Las orquídeas y helechos son por la mayor parte plantas de la selva baja perennifolia, mientras que las Compositae y Gramineae son numerosas debido a su presencia en la sabana.

Aunque una flora de 132 especies de plantas vasculares no es de una elevada diversidad, si por ejemplo la comparamos con una área reportada del amazonas (Mucambú) en donde son encontradas 87 especies arbóreas por hectárea (Black, et. al. 1950); es notable que esta es una flora que probablemente ha crecido sobre lo que fué un substrato inorgánico completamente yermo en el

tiempo de la última erupción en 1793. Además, el área ocupada por esta flórmula, es de tamaño muy limitado, cubriendo solo unas pocas hectáreas, y con una diversidad ambiental limitada. La composición de especies de la selva baja perennifolia, por lo tanto, documenta un desarrollo extraordinariamente rápido de un complejo tipo de vegetación en un ambiente peculiar y relativamente severo, en un período de solo 180 años.

MÉTODOS

La zona de estudio involucra colecciones de plantas del Volcán San Martín Tuxtla las cuales fueron hechas imparcialmente a intervalos regulares de diciembre, 1971, a agosto, 1972, con unas pocas visitas que han sido hechas subsecuentemente. El número de colecciones y datos están sumarizados en la Tabla 11. Las determinaciones preliminares de los especímenes fueron hechas en el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la U.N.A.M., donde los especímenes de varios colectores previos están depositados, especialmente los del Dr. F. Miranda, del Ing. J. Vázquez Soto y del M. en C., M. Sousa. Subsecuentes estudios de herbario han sido llevados a cabo en el Beal-Darlington Herbarium de Michigan State University, y algunos especímenes han sido comparados con material en el U.S. National Herbarium, Smithsonian Institution, y del Missouri Botanical Garden. La ayuda de los siguientes especialistas que proporcionaron determinaciones es grandemente apreciado: Líquenes, Dr. R.C. Harris y Mr. Ralph Common; briofitas, Dr. A.J. Sharp; pteridofitas, Drs. D.B. Lellinger y R. Riba y Nava Esparza; Bromeliaceae, Dr. L.B. Smith; Moussonia, Dr. H. Wiehler; Sisyrinchium, Dr. R. Oliver; Melastomataceae, Dr. J.J. Wurdack; Cissampelos, Dr. D. Rhodes; Orchidaceae, Mr. J.T. Atwood, Jr., Dr. R.L. Dressler, y Biol.

Tabla 11. Fechas de colectas y números de colectas hechos por J. H. Beaman y C. Alvarez del Castillo en Volcán San Martín Tuxtla.

fechas	número de colecta
19-21 de Diciembre de 1971	Beaman 5331-5395
14-15 de Febrero de 1972	" 5674-5753
8 de Mayo de 1972	" 5889-5909
16 de Mayo de 1972	" 5957-5968.
23-24 de Mayo de 1972	" 5869-5990
29 de Junio de 1972	" 6302-6322
4 de Julio de 1972	Alvarez 1-31
17 de Julio de 1972	Beaman 6381-6384
20 de Julio de 1972	" 6385-6390
3 de Agosto de 1972	" 6413-6419
15 de Agosto de 1972	" 6451-6465
27 de Enero de 1973	Alvarez 32-47
11 de Septiembre de 1974	Beaman 6518-6523

Magdalena Peña de Sousa. Un juego completo de especímenes está depositado en el Herbario de Michigan State University y un juego casi completo en el Herbario Nacional de la U.N.A.M.

El dato de la localidad para cada especie está dado tan preciso como fue posible, excepto para especies comunes, las cuales están indicadas tal como ocurren en la selva baja perennifolia. Sólo colectas hechas por arriba de los 1,450 m. s.n.m están citadas, aunque algunas veces también hemos colectado la misma especie por abajo de esa altitud o en áreas vecinas. Los números de colecta indicados sin nombre son aquellos de J.H. Beaman, pero representan colecciones hechas con Alvarez del Castillo. Aquellas indicadas como Alvarez, fueron colectadas en la ausencia del Dr. Beaman. La información fenológica dada por las angiospermas está basada solamente en los especímenes citados en la lista.

Lista de las Especies

LICHENES

Anthracotheceium praelustrae (Krempelh.) Mull. Arg. 6417d. Lado SE a 1450 m; en corteza de Carpinus.

Cladia aggregata (Sw. Ach. Alvarez 36. Arenal a 1550 m; terrestre.

Cladina subtenuis (Abb.) Hale & W. Culb. Alvarez 34. Arenal a 1550 m; terrestre.

Cladonia furcata (Huds.) Schrad. Alvarez 35. Arenal a 1550 m; terrestre.

Parathelium sp. 6417b. Lado SE a 1450 m; en corteza de Carpinus.

Stereocaulon sp. ("Comparable morfológicamente a S. Vesuvianum var. efflorescens pero conteniendo ácido lobárico en vez de ác. estíctico"). Alvarez 32. Arenal a 1550 m; terrestre.

HEPATICAE

Dumortiera hirsuta (Swartz) C. G. Nees. 5731. Vertiente N del lado S del cráter a 1600 m; terrestre.

Frullania sp. 6417c. Lado SE a 1450 m; en corteza de Carpinus.

Lepidozia sp. 6457, 6458. Piso del cráter a 1550 m; epífita.

Metzgeria sp. 6459. Piso del cráter a 1550 m; epífita.

Plagiochila sp. 5728, 5729, 5730, 6460. Vertiente N del lado S del cráter a 1600 m y piso del cráter a 1550 m; te

terrestre y epífita.

MUSCI

Campylopus sp. 6462, Alvarez 33. Sabana a 1550 m y el arenal a 1550 m; terrestre.

Pilotrichella flexilis (edw.) Aongstr. Reportada por Andrieu, 1964, p. 66. 6461 (?); epífita.

Pterobryum densum Hornsch. Reportada por Andrieu, 1964, p. 66 y por Sousa, 1968, p. 142

Rhizogonium spiniforme (Hedw.) Bruch in Krauss. 5732. Vertiente N del lado S del cráter a 1600 m; en raíz sobre el suelo.

LYCOPODIACEAE

Lycopodium taxifolium Swartz. 5699. Borde N a 1600 m; epífita.

L. verticillatum var. parvifolium (Nessel) Lellinger & Mickel ined. 5676, 5694. Cima a 1730 m y borde N a 1600 m; epífita.

HYMENOPHYLLACEAE

Hymenophyllum hirsutum (L.) Swartz. 5729a. Vertiente N del lado S del cráter a 1600 m; epífita.

POLYPODIACEAE

Campyloneuron xalapense Fée. 5734. Vertiente N del lado S del cráter a 1600 m; epífita.

Elaphoglossum erinaceum (Fée) Moore. Alvarez 28. Entre el cono grande y el borde S a 1625 m.

E. latifolium (Sw.) J. Sm. 6390, Alvarez 16. Borde SE a 1650 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; terrestre.

E. sp. 5693. Borde E a 1650 m; epifita.

Mildella intramarginalis (Kaulf. ex Link) Trev. 6309. Sabana a 1550 m; terrestre.

Peltapteris peltata (Swartz) Morton. 5695, 5713. Borde N a 1600 m y la sabana a 1550 m; terrestre.

Pityrogramma tartarea (Cav.) Maxon. 5957, Alvarez 41. pequeño claro de la cima a 1730 m y el arenal a 1550 m; terrestre.

Polypodium astrolepis Liebm. 5736, Alvarez 14. Entre el cono grande y borde S a 1625 m y piso del cráter a 1550 m; epifita.

P. aureum L. 6311. Sabana a 1550 m; terrestre.

P. biauratum Maxon. 6455, Alvarez 2. Entre el cono grande y borde S a 1625 m y piso del cráter a 1550 m; terrestre.

P. collinsii Maxon. 6451. La cima a 1730 m; terrestre.

P. plebejum Schlecht. & Cham. Alvarez 13, Alvarez 40. Entre el cono grande y borde S a 1625 m y el arenal a 1550 m; terrestre.

P. sp. Alvarez 21. Entre el cono grande y borde S a 1625 m.

Pteridium aquilinum L. Sin collecta. Sabana a 1550 m; terrestre.

Pteris propinqua Agardt 5721, 6456. Alvarez 15. Borde W a 1650 m,

entre el cono grande y borde S a 1625 m, piso del cráter a 1550 m; terrestre.

Woodwardia spinulosa Mart. & Gal. 5719, 5720. Borde W a 1650 m; terrestre.

AMARANTHACEAE

Iresine celosia L. 5332, 5679, Alvarez 43. Pequeño claro de la cima y dentro de la selva a 1730 m, también en el arenal a 1550 m; colectas en diciembre, enero y febrero.

AMARYLLIDACEAE

Bomarea acutifolia (Link & Otto) Herb. 6321. Borde de la sabana a 1550 m; flores en junio.

AQUIFOLIACEAE

Ilex pringlei Standl. 5903, 5963, 5964. Borde S de 1630 a 1730 m; frutos en mayo.

ARACEAE

Monstera deliciosa Liebm. Alvarez 47. Borde N del cono chico a 1600 m; colecta en enero, estéril.

ARALIACEAE

Oreopanax capitatum (Jacq.) Planch. & Dec. 5965. Borde SE a 1640 m; colecta en mayo, estéril; nombre vulgar "caballero de palo" (M. Sousa).

O. xalapense (H.B.K.) Dec. & Planch. 5333, 6453. En toda la selva baja perennifolia; flores en agosto, frutos en diciembre.

BETULACEAE

Carpinus caroliniana var. tropicalis Donn. Sm. 6414, 6417.

En grupos en el borde NW y SW del cráter y en la vertiente S, entre 1450 y 1730 m; frutos en agosto, hojas caídas en diciembre.

BROMELIACEAE

Aechmea tillandsioides var. kienastii (E. Morr. ex Mez in DC.)

L.B. Sm.? 6454. Piso del cráter a 1550 m; terrestre; estéril.

Catopsis sessiliflora (R. & P.) Mez. 6389. Borde S a 1710 m;

epífita; flores en julio.

Tillandsia punctulata Schlecht. & Cham. 5697. Borde N a 1600 m;

epífita; flores en febrero.

CAPRIFOLIACEAE

Viburnum acutifolium Benth. 5337, 5387, 5690, 5738, 5892. En

toda la selva baja perennifolia; flores en diciembre,

frutos en diciembre, febrero, y mayo; nombre vulgar

"chilpatillo" (M. Sousa).

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria lanuginosa Rohrb. 5744. Al orilla de la sabana a 1550

m; flores y frutos en febrero.

CLETHRACEAE

Clethra suaveolens Turcz. 5682, 5962. En toda la selva baja

perennifolia; flores en febrero.

CHLORANTHACEAE

Hedyosmum mexicanum Cordemoy. Sin colecta arriba de 1450 m, pero dentro del cráter en el parte E a 1560 m; colectas 5724, 5752 cerca del aguaje en el lado S a 1250 m; flores y frutos en febrero.

COMMELINACEAE

Tripogandra grandiflora (J.D. Sm.) Woodson? 6518. Borde S a 1680 m; flores y frutos en septiembre.

COMPOSITAE

Archibaccharis sp. 5686, 5733. Cima del borde S y en el piso del cráter, 1730 y 1550 m; flores en febrero.

Bidens pilosa L. 5717. Sabana a 1550 m; flores en febrero.

Calea urticifolia (Mill.) DC. 5707. Sabana a 1550 m; flores en febrero.

Chaptalia nutans (L.) Polak. 5897. Sabana a 1550 m; flores en mayo.

Cirsium subcoriaceum (Less.) Sch. Bip. 5715. Sabana a 1550 m; flores en febrero.

Erechtites hieracifolia var. cacalioides (Fisch. ex Spreng.) Griseb. emend Belcher. 5709, 6312. Sabana a 1550 m; flores en febrero y junio.

Erigeron karwinskianus DC. 5704. Sabana a 1550 m; flores en febrero.

Eupatorium (Neomirandea) araliaefolium Less. 5745. Borde SE

a 1630 m; bejuco; flores en febrero.

E. (Ageratina) aschenbornianum Schauer. 5705, 6306. Sabana a 1550 m; flores en febrero.

E. ligustrinum DC.? 5706. Sabana a 1550 m; inflorescencia vieja en febrero.

E. sp. 5742. Sabana a 1550 m; flores en febrero; un pequeño ejemplar.

Galinsoga ciliata (Raf.) Blake. 5393. Pequeño claro de la cima a 1730 m; flores en diciembre.

Gnaphalium americanum Mill. 5722, 5743. Pequeño claro de la cima a 1730 m; flores en diciembre.

G. attenuatum DC. 5336, 5703, 6302, Alvarez 44. Pequeño claro de la cima a 1730 m, la sabana a 1550 m, y el arenal a 1500 m; colectas en enero, febrero, junio y diciembre.

Hieracium abscissum Less. 5739, 5898, 5969. Pequeño claro de la cima a 1730 m y la sabana a 1550 m; flores en febrero y mayo.

Lactuca graminifolia Michx. 5899, 6322. Sabana a 1550 m; flores en mayo y junio.

Liabum discolor (Hook. & Arn.) Benth. & Hook. ex Hemsl. 5725. Borde SE a 1630 m; bejuco; flores en febrero.

Schistocarpha seleri Rydb. ? 5680. Pequeño claro de la cima a 1730 m; flores en febrero.

Senecio arborescens Steetz. 5718. En toda la selva baja perennifolia; flores en febrero.

Stevia ovata Willd. var. ovata. 6318. Sabana a 1550 m; flores en junio.

CYPERACEAE

Carex chordalis Liebm. 5975. Vertiente N del lado S del cráter a 1660 m; flores en mayo.

C. polystachya Sw. ex Wahl. 6317. Sabana a 1550 m; flores en junio.

Cyperus hermaphroditus (Jacq.) Standl. 6307. Sabana a 1550 m; flores en junio.

Rhynchospora dives Standl. 5893, 6416. Pequeño claro de la cima a 1730 m; flores en mayo y agosto.

Uncinia hamata (Sw.) Urban. 5382, Alvarez 1. En toda la selva baja perennifolia; flores en julio, frutos en diciembre.

ERICACEAE

Gaultheria nitida Benth. 5340, 5385. Borde S entre 1650 y 1730 m y en el arenal a 1500 m; flores y frutos en diciembre, frutos en enero; nombre vulgar "arrayan" (M. Sousa).

EUPHORBIACEAE

Croton draco Schlecht. Alvarez 10. Una pequeña plantula entre el cono grande y el borde sur a 1625 m; árbol a 1415 m en la vertiente sur con flores en diciembre.

FLACOURTIACEAE

Olmediella betschleriana (Goepf.) Loes. 5989, Alvarez 26.

Borde NE a 1570 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; estéril.

Xylosma sp. Alvarez 25. Pequeñas plantulas entre el cono grande y el borde S a 1625 m; 5359 a 1250 m en el lado S probablemente es un especie nueva según Dr. R. W. Kiger, ésta con flores en diciembre; nombre vulgar "moralillo" (M. Sousa).

GESNERIACEAE

Moussonia deppeana (Schlecht. & Cham.) Hanst. 5681. En la cima a 1730 m; flores en febrero.

GRAMINEAE

Agrostis perennans (Walt.) Tuckerm. 6315. Sabana a 1550 m; flores en junio.

Andropogon glomeratus (Walt.) B.S.P. 5716, 6316. Sabana a 1550 m; flores en febrero y junio.

A. virginicus L. 6313. Sabana a 1550 m; flores en junio.

Eragrostis lugens Nees. 6304. Sabana a 1550 m; flores en junio.

Ichnanthus pallens (Swartz) Munro in Benth. 5391, Alvarez 3.

Cumbre cerca de la cima en el borde S a 1650 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; flores en diciembre, julio.

Isachne arundinacea (Swartz) Griseb. 5891, Alvarez 9. En la

cima a 1730 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; flores en mayo, julio.

Muhlenbergia robusta (Fourn.) Hitchc. 6310, 6452. Sabana a 1550 m; flores juvenes en junio, frutos en agosto.

Panicum xalapense H.B.K. 5688, 5712, 6303. Pequeño claro de la cima a 1730 m y en la sabana a 1550 m; frutos en febrero, flores en junio.

Rhynchelytrum roseum (Nees) Stapf & Hubb. ex Bews. 6314. Sabana a 1550 m; flores en junio.

Sporobolus indicus R. Br. 6387. Pequeño claro de la cima a 1730 m; flores en julio.

Trisetum deyeuxioides (H.B.K.) Kunth. 6305. Sabana a 1550 m; flores en junio.

GUTTIFERAE

Clusia salvinii Donn. Sm. 5346. A través de la selva baja perrenifolia; flores en diciembre; nombre vulgar "mangle" (J. Vázquez Soto).

Hypericum uliginosum H.B.K. 5702. Sabana a 1550 m; flores en febrero.

HAMAMELIDACEAE

Liquidambar macrophylla Oerst. 5970. Un arbolito colectado cerca de la cima a 1730 m; 2 arboles grandes fueron observados entre el cono grande y el cono chico y cerca del arenal; dominante en el bosque caducifolio entre

1000 y 1200 m en el lado SE (6276); frutos en junio.

IRIDACEAE

Sisyrinchium serrulatum (Bickn.) Oliver ined. 5710. Sabana a 1550 m; flores en febrero.

LAURACEAE

Litsea glaucescens H.B.K. 5961, 5971, 6382. En la cima y borde de S a 1700 y 1730 m y la orilla de la sabana a 1550 m; frutos verdes en mayo, maduros en julio.

LEGUMINOSAE

Inga sp. 5901. Piso del cráter a 1550 m; flores en mayo.

LILIACEAE

Smilax sp. Sin colecta. En muestreos del estrato herbáceo-arbustivo de la selva baja perennifolia entre el cono grande y el borde S a 1625 m. Parece que hay dos especies de Smilax en la selva, uno de las cuales es S. subpubescens A. DC., pero solamente plantas estériles fueron observadas.

LOBELIACEAE

Lobelia laxiflora H.B.K. 5345, 5708, Alvarez 42. Pequeño claro de la cima a 1730 m, la sabana a 1550 m, y el arenal a 1550 m, y el arenal a 1550 m; flores en diciembre, enero y febrero.

MELASTOMATACEAE

Monochaetum deppeanum (Schlecht. & Cham.) Kuntze. 5341, Alvarez

39. Pequeño claro de la cima a 1730 m y el arenal a 1550 m; flores en diciembre, enero.

Tibouchina naudiana (Dec.) Cogn. 5711. Sabana a 1550 m; flores en febrero.

MENISPERMACEAE

Cissampelos pareira L. 6308. Sabana a 1550 m; flores en junio.

MYRICACEAE

Myrica cerifera L. 5342, 5689, Alvarez 37. En la cima a 1730 m y el arenal a 1550 m, también existe en la sabana y como árbol grande en el borde SE a 1670 m; flores en febrero, frutos en septiembre.

MYRSINACEAE

Rapanea jurgensenii Mez. 5389, 5959. A través de la selva baja perennifolia; frutos en mayo y diciembre; nombre vulgar "zapotillo prieto" (M. Sousa).

ORCHIDACEAE

Bletia purpurea (Lam.) DC. 5896. Sabana a 1550 m; flores en mayo.

Bothriochilus macrostachyus (Lindl.) L.O. Wms. 5347, 5685, 6415.

En la cima a 1730 m; sobre el suelo; flores en agosto, frutos en diciembre y febrero.

Dichaea graminoides Lindl.? 5735, Alvarez 20. Vertiente N del lado S del cráter a 1600 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; epifita y sobre el suelo; frutos en

febrero.

Elleanthus capitatus Reichb. 5344, 5958. En la cima a 1730 m;
epifita; flores en mayo, frutos en diciembre.

Encyclia baculus (Reichb) Dressler & Pollard. En la cima a
1730 m; epifita; flores en julio.

Epidendrum paniculatum Ruiz & Pav. 6385. En la cima a 1730 m;
epifita; flores en julio.

E. polyanthum Lindl. 6381, Alvarez 31. En la cima a 1730 m;
epifita y sobre el suelo; flores en julio.

E. radicans Pav. ex Lindl. 5334, Alvarez 46. Pequeño claro de
la cima a 1730 m y el arenal a 1550 m; terrestre; flo-
res en enero, diciembre.

E. teretifolium Sw. 5335, 5740. En la cima a 1730 m y el piso
del cráter a 1550 m; epifita; frutos en febrero, diciem-
bre.

Erythroides secunda Ames? 5390b. Cumbre del borde S cerca la ci-
ma a 1650 m; terrestre; flores en diciembre

Gongora cassidea (Lindl.) Reichb. f. 5684, 5895, 5978. En la ci-
ma a 1730 m y el vertiente N del lado S del cráter a
1650 y 1700 m; epifita sobre el suelo; flores en mayo,
frutos en febrero.

G. galeata (Lindl.) Reichb. f. 5894. Vertiente N del lado S del
cráter a 1700 m; sobre el suelo; flores en mayo.

Goodyera striata Reichb. f. 5390a, Alvarez 19a. Cumbre del borde S cerca la cima a 1650 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; terrestre; flores en diciembre.

Isochilus major Cham. & Schlecht. 5968, 5986. Lado SE a 1500 m y borde E a 1680 m; epífita; flores en mayo.

Lycaste sp., cf. L. deppei Lindl. o L. virginalis (Scheidw.) Linden. 5700. Borde N a 1600 m; epífita; fruto en febrero.

Maxillaria nagelii L. O. Wms. 5687. En la cima a 1730 m; epífita; flores en febrero.

Oncidium incurvum Barker ex Lindl. 5904, 5966. Borde SE a 1640 m y lado SE a 1550 m; epífita; flores en mayo.

Pleurothallis cardiothallis Reichb. f. 5384, 5696. Cumbre cerca la cima en el borde S a 1650 m y en el borde N a 1600 m; epífita; flores en febrero, frutos en diciembre.

Prescottia stachyodes Linal. 5698, Alvarez 18. Borde N a 1600 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; terrestre; flores en febrero.

Spiranthes speciosa Lindl. 5692. Borde E a 1650 m; epífita; flores en febrero.

PALMAE

Chamaedorea sp. 5394, 5726, 5737, 5746, 6519, Alvarez 6. A través la selva baja perennifolia; frutos en febrero, julio, septiembre y diciembre; nombre vulgar "carricillo".

C. sp. 5727, 6520. A través la selva baja perennifolia; frutos en septiembre (y otros meses).

PHYTOLACCACEAE

Phytolacca rivinoides Kunth & Bouché. 5677. Pequeño claro de la cima a 1730 m; flores y frutos en febrero.

PIPERACEAE

Peperomia arboricola C. DC.? 5972, Alvarez 22. Borde S a 1660 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; epífita; flores y frutos en mayo.

P. deppeana Schlecht. & Cham.? 5331. La cima a 1730 m; epífita; flores en diciembre.

P. obtusifolia (L.) A. Dietr. 5380. Vertiente S a 1470 m; epífita; frutos en diciembre.

Piper chinantlense Mart. & Gal.? 5977. Vertiente N del lado S del cráter a 1660 m; flores y frutos en mayo.

P. muelleri C. DC.? 5386, Alvarez 27. Cumbre cerca la cima a 1650 m y entre el cono grande y el borde S a 1625 m; frutos en diciembre.

POLYGALACEAE

Monnina xalapensis H.B.K. 5343, Alvarez 38. Pequeño claro de la cima a 1700 m y el arenal a 1550 m; flores y frutos en enero, diciembre.

RHAMNACEAE

Rhamnus capreaefolia Schlecht. 5900, 5960. Borde S a 1700 m y piso del cráter a 1550 m; frutos en mayo.

ROSACEAE

Prunus tetradenia Koehne? 5714. Piso del cráter al lado de la sabana a 1550 m; frutos en febrero.

RUBIACEAE

Hoffmannia lenticillata Hemsl.? 5381, 6383, 6388. Borde S a a 1710 m, piso del cráter a 1550 m, vertiente S a 1470 m; flores en julio, frutos en diciembre.

Nertera depressa Banks & Soland. ex Gaertn. 5392. En la cima a 1730 m; frutos en diciembre.

Palicourea galeottiana Mart. 5691, 5974, 5988, Alvarez 11. En toda la selva baja perennifolia; flores en febrero, flores y frutos en mayo, frutos en julio.

Psychotria trichotoma Mart. & Gal.? 5976, Alvarez 8. Vertiente N del lado S del cráter a 1660 m; flores y frutos en mayo, julio.

Relbunium hypocarpium (DC.) Hemsl. 5338, 5741. En la cima a 1730 m y en la sabana a 1550 m; flores y frutos en febrero, frutos en diciembre.

SABIACEAE

Meliosma dentata (Liebm.) Urban? 5990. Borde NE a 1570 m; estéril; nombre vulgar "colorao" (M. Sousa).

SCROPHULARIACEAE

Leucocarpus perfoliatus (H.B.K.) Benth. in DC. 6319. Sabana a 1550 m; flores en junio.

SOLANACEAE

Cestrum elegans (Brong.) Schlecht. 5383, 5701, 5973, Alvarez 25.

A través la selva baja perennifolia; flores en febrero, mayo, septiembre, frutos en diciembre.

STAPHYLEACEAE

Turpinia occidentalis (Sw.) D. Don. 5902, 6413, Alvarez 29.

Borde S a 1700 m, vertiente N del lado S del cráter a 1630 m y entre el cono grande y borde S a 1625 m; flores en mayo, frutos en agosto.

TILIACEAE

Triumfetta semitriloba Jacq. 5339. Pequeño claro de la cima a

1730 m; frutos en diciembre.

ULMACEAE

Trema micrantha (L.) Blume. 5967. Borde E a 1675 m; raíces de

sarrolladas sobre fumarolas; flores y frutos jóvenes en mayo.

UMBELLIFERAE

Hydrocotyle mexicana Cham. & Schlecht. 5678. La cima a 1730 m;

flores y frutos jóvenes en febrero.

VERBENACEAE

Citharexylum lucidum Schlecht. & Cham. 5683, 5987. Cima a 1730

m, piso del cráter entre el cono grande y el cono chico a 1560 m; frutos en febrero.

XII. LITERATURA CITADA

- American Geographical Society. 1938. Map of Hispanic America: 1:1,000,000. N. E-15, Istmo de Tehuantepec.
- ANDRLE, R.F. 1964. A biogeographical investigation of the Sierra de Tuxtla. Ph. D. Thesis. Louisiana State Univ., University Microfilms, Ann Arbor, Mich. 236 p.
- ARANA, M.L. 1969. Problemas de fertilización en suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6-13 de Julio, Turrialba, Costa Rica. pp. C.1.1-C.1.8.
- BAYNTON, H.W. 1969. The ecology of an elfin forest in Puerto Rico, 3. Hilltop and forest influences on the microclimate of pico del oeste. *Arnold Arb.* 50:80-92.
- BEARD, J.S. 1944. Climax vegetation in Tropical America *Ecology* 25: 127-158.
- BLACK, G.A., T.H. DOBZHANSKY, y C.PAVAN. 1950. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. *Bot. Gaz.* 111: 413-425.
- BREEDLOVE, D.E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (Mexico) In: Graham, A. (Ed.) *Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. pp. 149-165.
- BROWN, W.H. 1919. Vegetation of Philippine mountains: The relation between environmental and physical types at different altitudes. *Science Publ.*, Manila 13: 434.
- Caminos de México. 1967. Compañía Hulera Euzkadi, S.A. México.
- Cox, G.W. 1972. Laboratory manual of general ecology, 2a. ed. Wm. CC. Brown Company, Dubuque, Iowa, 195 p.
- CURTIS, J.T. y R.D. McINTOSH. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.

- FASBENDER, W.H. 1969. Deficiencia y fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas en América Central. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6-13 de Julio, Turrialba, Costa Rica. pp. B.4.1-b.4.14.
- FRIEDLAENDER, I. y R.A. SONDER. 1923. Uber das Vulkangebiet von San Martin Tuxtla in Mexiko. Zeitschrift fur Vulkanologie 7: 162-187.
- GARCIA, E. 1970. Los climas del estado de Veracruz. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton.México 41. Serie Botánica (1): 1-42.
- GARCIA, J.A. 1835. Eruptionen des Vulkanes von Tuxtla in den Jahren 1664 und 1793. Neues Jahrb. Mineralogie, Geognosie, Geol., und Petrefaktenkunde pp. 40-45
- GOLDMAN, E.A. 1951. Biological investigations in Mexico. Smithsonian Miscellaneous Collection 115: I-XII, 1-476.
- GOMEZ-POMPA, A. 1973. Ecology of the vegetation of Veracruz. In: Graham, A. (Ed.) Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam pp. 73-148.
- HOWARD, R.A. 1968. The ecology an elfin forest in Puerto Rico, I. Introduction and composition studies. J. Arnold Arbor. 49: 381-418.
- LAMENCA, B.M. 1969. Características de los suelos volcánicos de Nariño, Colombia. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6-13 de Julio, Turrialba, Costa Rica. pp. B.8.1-B.8.10.
- LEOPOLD, A.S. 1950. Vegetation zones of Mexico. Ecology 31: 507-518
- LORENZO, J.L. 1959. Los Glaciares de México. Monogr. Inst. Geofísica Univ. Nac. Auton. México. 1: 1-114
- MARTINI, J.A. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas en Centroamérica. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6-13 de Julio, Turrialba, Costa Rica. pp. A.5.1-A.5.17.

- MEDEL y ALVARADO, L. 1963. Historia de San Andrés Tuxtla, 1532-1950. Editorial Citlaltepétl, México, D.F. 2 v.
- MIRANDA, F. 1952. La vegetación de Chiapas, Edición del Gobierno de Chiapas, Tuxtla, Gutierrez, Chis. v. 1. 334 p.
- MIRANDA, F. y A.J. SHARP. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. Ecology 31: 313-333.
- MIRANDA, F., y E. HERNANDEZ X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. México 28: 29-179
- MOCIÑO, J.M. 1870. Informe de don José Mociño sobre la erupción del volcán San Martín Tuxtla (Veracruz), ocurrida en el año de 1793. Bol. Soc. Mex. Geogr. Estad. 2a. Epoca 2: 62-70
- MOOSER, F., H. MEYER-ABICH, Y A.R. MCBIRNEY. 1958. Catalogue of the active volcanoes of the world including solfatara fields. Parte VI; Central America. International Vulcanological Association, Napoli. Volcán San Martín Tuxtla pp. 32-33
- PENNINGTON, T.D. y J. SARUKHAN. 1968. Arboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, D.F. 413 p.
- RICHARDS, P.W. 1952. The tropical rain forest and ecological study. Cambridge University Press, Cambridge. 450 p.
- ROSS, G.N. 1967. A distributional study of the butterflies of the Sierra de Tuxtla. Ph. D. thesis, Louisiana State Univ. University Microfilms, Ann Arbor, Mich. 266 p.
- RZEDOWSKI, J. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Act. Cien. Fotos 5 (1-2): 1-291.
- RZEDOWSKI, J. y R. MCVAUGH. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contr. Univ. Michigan Herb. 9(1): 1-123.
- SCHAEFER, R., A.V. DE ALCAYA y E. SAN MARTIN. 1969. Actividades microbianas como un sistema de regulación del ecosistema en suelos hidromórficos derivados de cenizas volcánicas del sur de Chile. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6-13 de Julio, Turrialba, Costa Rica. pp. B.6.1-B.6.14.

- SCHENKEL, G. 1969. Problemas de la acidez en suelos chilenos derivados de cenizas volcánicas. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6-13 de Julio, Turrialba, Costa Rica pp. B.9.1-B.9.11.
- SHELFORD, V.E. 1941. List of reserves that may serve nature sanctuaries of national and international importance in Canada, the United States, and Mexico. Ecology 22: 100-110.
- SOUSA, M. 1968. Ecología de las Leguminosas de Los Tuxtlas, Veracruz. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. México 39; Serie Botánica (1): 121-160.
- STANDLEY, P.C. 1920. Trees and Shrubs of Mexico. Contr. U.S. Natl. Herb. 23(1): 1-170.
- STEENIS, C.G.G.J. van. 1972. The mountain flora of Java. E. J. Brill, Leiden. 90 p.
- SWINDALE, L.D. 1969. Propiedades de los suelos de cenizas volcánicas. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6-13 de Julio, Turrialba, Costa Rica. pp. B.10.1-B.10.9.
- TOLEDO, V. 1969. Diversidad de especies en las selvas altas de la Planicie Costera del Golfo de México. Tesis, Fac. Ciencias U.N.A.M., México, 61 p.
- VALDES, F.G. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Chile. In: Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, 6-13 de julio, Turrialba, Costa Rica. pp. A.1.1-A.1.15.
- VILLALPANDO, O.K. 1972. Consideraciones sobre el clima y el tiempo meteorológico en la Sierra de los Tuxtlas, Veracruz. In: Problemas Biológicos de la región de los Tuxtlas. Veracruz Guadarrama Impr., México, D.F. pp. 43-63.
- VOGELMANN, H.W. 1973. Fog precipitation in the cloud forest of eastern Mexico. BioScience 23: 96-100.
- WEAVER, P.L., M.D. BYER, Y D.L. BRUCK. 1973. Transpiration rates in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Biotropica 5:123-133.

WETMORE, A. 1943. The birds of southern Veracruz, Mexico. Proc.
U.S. Natl. Mus. 93: 215-340.

ZEREGA, F. 1870. El volcán de Tuxtla. Bol. Soc. Mex. Geogr.
Estad. 2a. Epoca 2: 500-503.