

La Vegetación

*Gonzalo Castillo-Campos
Javier Laborde D.*

La sierra de Los Tuxtlas es rica en tipos de vegetación, en familias y en especies de plantas. Esta riqueza se explica por la ubicación geográfica de la sierra, por las condiciones climáticas y microclimáticas prevalecientes, por la historia geológica de la sierra y por la historia del uso de sus recursos naturales.



La Vegetación

Los Tuxtlas está cerca del límite norte de la región tropical, su flora está relacionada con la flora de Centroamérica y Sudamérica, esta similitud, la temperatura cálida y la abundante precipitación producen una vegetación tropical exuberante. La sierra está aislada, rodeada por tierras bajas de las planicies costera y de sotavento por el norte, sur y oeste respectivamente. La composición de la vegetación y la latitud de la sierra explican porqué esta región es considerada la frontera boreal de la selva húmeda americana.

La sierra se extiende paralela a la costa del Golfo de México, a lo largo de 90 km forma un anfiteatro que se eleva en menos de 30 km, desde el nivel del mar hasta las cimas de 1,680 metros en el noreste y 1,400 m en el suroeste. El efecto del Golfo de México hace que la vertiente de barlovento sea muy húmeda y la elevación de la sierra hace que la vertiente de sotavento sea menos húmeda. Por otra parte, la elevación del terreno forma un gradiente microclimático desde caliente y húmedo, a nivel del mar, hasta templado y húmedo en las partes más altas de la sierra (Capítulo El clima).

El origen volcánico de la sierra se remonta al Terciario, desde entonces hasta ahora ha habido actividad volcánica que ha producido derrames lávicos y piroclásticos (Martín-Del Pozzo, 1997), que se han intemperizado diferencialmente dando lugar a una topografía muy abrupta y complicada que aunada a los tipos de suelo derivados de material volcánico antiguo y moderno y de rocas sedimentarias, provoca una gran complicación estructural en las formaciones vegetales (Andrle, 1964).

La sierra de Los Tuxtlas es parte de una región muy extensa de las tierras bajas del Golfo de México que fue poblada desde cuando menos 6000 años, fue parte del área de mayor desarrollo de la cultura olmeca, además de ser asiento de grupos zoques y nahuas. Desde entonces la ocupación de la sierra ha sido permanente con alta densidad de población (Capítulo Los habitantes) que ha requerido del uso extensivo e intensivo de los recursos vegetales, animales y sobre todo el suelo, afectando la selva y el bosque y dando lugar a grandes extensiones de acahual.

La Vegetación

La sierra es parte del Neotrópico, está en la región Caribeña y en la provincia florística del Golfo de México (Rzedowski, 1978; Wendt, 1993). Comparte alrededor de 70% de sus especies con la flora centroamericana y el resto de las especies es compartido con Sudamérica (Rzedowski, 1978; González-Soriano *et al.*, 1997). Esta afinidad es válida para la vegetación que crece por abajo de 900 m de altitud, pues por arriba de esta cota está el bosque mesófilo de montaña y el bosque de pino y encino, que son de afinidad neártica (Rzedowski, 1963). Esta presencia de especies tropicales y templadas en relación con la altitud, se entrevera en las laderas y cañadas de las dos vertientes y en los distintos tipos de suelo, dando como resultado que la vegetación de la sierra sea excepcionalmente rica y complicada.

La naturaleza y la cultura de Los Tuxtlas, atrajo desde el siglo XVIII la atención de botánicos, zoólogos, naturalistas, geólogos, geógrafos, arqueólogos, antropólogos y etnólogos, tanto nacionales como extranjeros, que llevaron a cabo estudios e investigaciones de temas en particular, en áreas definidas de la sierra, sin que a lo largo de todo ese tiempo se hayan publicado obras que sinteticen la información alrededor de grandes temas o que abarquen toda la región. Esto se puede deber, entre otras cosas, a la dificultad de recorrer la región por falta de vías de comunicación hacia el interior de la sierra; fue hasta 1913 que se concluyó el ramal del ferrocarril de Rodríguez Clara a San Andrés Tuxtla (Sousa, 1968).

La historia del conocimiento de la sierra se inició en 1793, cuando José Mariano Mociño, botánico mexicano miembro de la Real Expedición Botánica a la Nueva España visitó la zona de San Andrés y Santiago Tuxtla con el objeto de describir la erupción del volcán San Martín Tuxtla y coleccionar plantas de la región (Mociño, 1870). Desde entonces y durante todo el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, llegaron a la región investigadores norteamericanos y europeos como Nelson (1891), Seler (1907) y Ángel y González (1937) que estudiaron la flora y coleccionaron orquídeas. Otros personajes coleccionaron grupos de fauna, o describieron la geología o la geografía de parte de la sierra, o

estudiaron sitios arqueológicos y poblaciones indígenas. Para una descripción de estas actividades consultar el trabajo de Andrlé (1964).

Durante las décadas de los años 50 y 60 del siglo pasado se hicieron muchos estudios acerca de la flora, distinguidos científicos colectaron y estudiaron diversos grupos y diversos sitios de la región. En el trabajo de Sousa (1968), se citan las colectas de orquídeas de Robert Dressler (1953), la colecta de la flora en general de Helia Bravo (1953-54), los estudios ecológicos y florísticos de Faustino Miranda (1956), la colecta de plantas medicinales de Ramón Riba (1957), la colecta de aráceas de Bunting y Davies (1959), los estudios florísticos de Arturo Gómez-Pompa (1960), las colectas de pteridofitas de Teófilo Herrera (1960), los estudios de ecología de Jesús Vázquez Soto (1961-63), los estudios de biogeografía y vegetación de la sierra de Robert Andrlé (1964), las colectas de la flora de Mario Sousa y Magdalena Peña de Sousa (1964), el estudio de la flora de Lauro González Quintero (1961-65), los estudios florísticos de Jerzy Rzedowski (1965), las colectas de compuestas de Arthur Cronquist (1965), las colectas de la flora en general de Roberto Cruz Cisneros (1965), la colecta de orquídeas de Magdalena Peña de Sousa (1965-67), los estudios florístico-ecológicos de José Sarukhán (1966), los estudios florísticos de Arturo Gómez-Pompa y Lorin I. Nevling (1967), el estudio de árboles tropicales de T. Pennington y José Sarukhán (1967-68), el estudio de las leguminosas y la vegetación de Mario Sousa (1964-68).

Entre los estudios de vegetación destacan los de Friedlaender (1923) que describió la selva baja perennifolia en la cima del volcán San Martín Tuxtla y las sabanas cercanas al volcán. Miranda (1956) colectó especies arbóreas de diferentes tipos de vegetación y describió la selva baja perennifolia del volcán San Martín Tuxtla. La Comisión de Estudio de Ecología de las Dioscóreas (1960) estudió la ecología de la vegetación en 17 cuadros distribuidos en la región y la Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), entre 1966 y 1967, elaboró un mapa de vegetación que nunca publicó. Hasta ahora, los estudios

La Vegetación

publicados de la vegetación de la sierra de Los Tuxtlas son de Andrle (1964) y de Sousa (1968).

Andrle en 1964, como parte de su estudio biogeográfico de la región, elaboró con base en recorridos de campo, fotos aéreas y colecta de especies arbóreas, un mapa de vegetación en el que reconoce siete formaciones vegetales mayores: rain forest, cloud forest, lowland valley and swamp forest, semi deciduous forest and palm grassland, pine-oak forest, oak forest y gum-oak forest. Reconoce también dos formaciones de menor extensión: savanna y littoral and mangrove. Y por último incluyó a forest remnants, tree rows, thickets y open fields.

Sousa en 1968, al estudiar las especies arbóreas de leguminosas adopta el mapa de vegetación de Andrle (1964) y adapta las formaciones vegetales a nueve tipos de vegetación de la clasificación de Miranda y Hernández (1963): selva alta perennifolia (rain forest), manglar y vegetación de esteros (mangrove), selva baja perennifolia (elfin forest), selva mediana subcaducifolia (semideciduous forest), sabana (savanna), bosque caducifolio (cloud forest y gum-oak forest), encinar (oak forest), pinar (pine-oak forest) y vegetación costera (littoral).

En ese mapa de vegetación se ubica a la selva alta perennifolia principalmente en la vertiente de barlovento, y una extensión muy pequeña de bosque caducifolio en las cimas de los volcanes Santa Marta, San Martín Pajapan, Campanario y San Martín Tuxtla. Las áreas abiertas con palmares y con remanentes de selva ocupan la mayor extensión, de las tierras bajas de la vertiente de sotavento intercaladas con dos grandes extensiones de encinar, una de pinar en las alturas medias de la sierra de Santa Marta y dos manchones de sabana hacia el límite de la sierra con la tierra baja de sotavento. En el mapa no se incluyó la selva mediana subcaducifolia (semideciduous forest).

Se han llevado a cabo inventarios florísticos en distintas partes de la sierra, sin embargo, el inventario más completo y riguroso se realizó a partir de la década de los años 70 en la reserva natural de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas de

la UNAM (EBITROLOTU); Flores (1971), Carabias (1979) Bongers *et al.*, (1988), Ibarra-Manríquez (1985), Ibarra-Manríquez y Sinaca (1987, 1995, 1996a, 1996b). A estos trabajos se suman algunos inventarios de otros sitios de la región como es el caso de Toledo (1969) en La Palma, y la laguna de Sontecomapan estudiada por Lot, Vázquez-Yanes y Menéndez (1975), Menéndez (1976) y González (1976) y el volcán San Martín Tuxtla estudiado por Beaman (1970) y Álvarez del Castillo (1976). Otras colectas de plantas provienen de la porción noroeste de la sierra, en los alrededores del volcán San Martín Tuxtla. Casi todas las colectas botánicas e inventarios son de las tierras bajas, y muy pocas colectas se han hecho por encima de los 900 m de altitud.

La cuenta de especies resultado de todas las colectas y estudios de vegetación y ecológicos llevados a cabo, dio un total de 1,300 especies, según la base de datos Flora de Veracruz.

En la EBITROLOTU, el número de especies nativas de plantas vasculares colectadas es de 943 especies y 137 familias (Ibarra-Manríquez y Sinaca, 1995, 1996a, 1996b). De ese total, 857 son especies de fanerógamas (627 dicotiledóneas y 230 monocotiledóneas) y 83 pteridofitas (helechos y grupos afines). El inventario de las plantas llevado a cabo en la EBITROLOTU, proporciona información botánica y ecológica muy sólida y confiable, que es el referente para los estudios extensivos de flora y vegetación de la región de Los Tuxtlas, aún a pesar de que la superficie donde se ha llevado a cabo este inventario es de 750 ha, menos del 2% de la extensión de la sierra.

Por ejemplo, en el estudio de la familia Leguminosae de Sousa (1968), que por cierto es el único grupo de plantas vasculares que se ha estudiado a escala regional, encontró en total 133 especies nativas (excluyó las especies cultivadas), de las cuales 110 son especies de selva alta perennifolia. En la EBITROLOTU Ibarra-Manríquez y Sinaca (1995) encontraron 58 especies de esta familia, esto es aproximadamente 44% del total de especies de leguminosas arbóreas reportadas para todos los tipos de vegetación y 53% de las correspondientes a la selva alta perennifolia de la región de Los Tuxtlas.

La Vegetación

Si el porcentaje de especies de leguminosas presentes, con relación al total de especies inventariadas en EBITROLOTU, fuera usado como indicador para estimar el número total de especies de plantas para toda la región, daría como resultado una cifra de alrededor de 3,000 especies, la cual dentro de un rango amplio es una buena aproximación al total de las especies que resultaron de este estudio.

En este estudio de la vegetación de la región de Los Tuxtlas, se identificaron 22 categorías que se desglosan en nueve tipos de vegetación, tres categorías de acahual, tres categorías de potrero y cinco categorías de cultivo, además de cuerpos de agua y poblados (Instituto de Ecología, A.C., 1998). El total obtenido fue de 3,356 especies y 212 familias, riqueza florística sobresaliente, si se toma en cuenta que para todo el estado de Veracruz se ha registrado un total de 7,490 especies (Sosa y Gómez-Pompa, 1994).

El número total de especies y familias se obtuvo de la base de datos del Herbario XAL del Instituto de Ecología, A.C. y de las colectas de campo de los autores. Las 3,356 especies y 212 familias se desglosan en: 2,573 especies y 158 familias de dicotiledóneas; 611 especies y 29 familias de gimnospermas y 172 especies y 20 familias de pteridofitas.

El espectro biológico del conjunto de especies muestra que la forma de crecimiento más común son las hierbas con 1,761 especies (52%), seguida de los árboles con 674 especies (20%), arbustos con 568 especies (17%) y finalmente bejucos y lianas con 353 especies (11%).

La identificación de las categorías empleadas en los dos mapas, el de vegetación y uso del suelo (Mapa 12) y el de diagnóstico de la vegetación remanente (Mapa 13) se hizo con fotografías aéreas, recorridos de campo y colectas de ejemplares. Con el fin de dar una idea acerca del número de especies mínimo de cada tipo de vegetación se agruparon los tipos de vegetación similares por su fisonomía y composición florística, los acahuales se agruparon en una sola categoría y los potreros

La Vegetación

y cultivos también se reunieron en una categoría denominada campos antropizados. A continuación se enlistan los grupos y se anota el número mínimo de especies de cada uno:

selva alta perennifolia, selva mediana perennifolia	1873 especies
manglar y selva baja perennifolia inundada	98 especies
bosque mesófilo de montaña	786 especies
bosques de pino y encino	732 especies
sabana	146 especies
dunas costeras	315 especies
acahual	249 especies
campos antropizados	283 especies

La Norma Oficial Mexicana, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* de 1994 (NOM-059-ECOL-1994) reconoce en la región de Los Tuxtlas, 35 especies de plantas raras, amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial, como se detalla a continuación:

Raras: *Tillandsia festucoides*, *Alsophila salvinii*, *Sphaeropteris horrida*, *Cnemidaria decurrens*, *Alfaroa mexicana**, *Pithecellobium vulcanorum**, *Inga sinacae**, *Bletia purpurea*, *Encyclia baculus**

Amenazadas: *Yucca lacandonica*, *Tetrorchidium rotundatum*, *Astronium graveolens*, *Calophyllum brasiliense*, *Spondias radlkoferi*, *Acosmium panamense*, *Dieffenbachia seguine*, *Lycopodium dichotomum*, *Monstera tuberculata*, *Magnolia*

La Vegetación

schiedeana, *Spathiphyllum friedrichsthali*, *Talauma mexicana*, *Carpinus caroliniana*, *Cycnoches ventricosum*, *Tabebuia chrysantha*, *Oncidium incurvum**, *Sapium macrocarpum*, *Chamaedorea bractescens*.

En peligro de extinción: *Diospyrus riojae*, *Litsea glaucescens*, *Ormosia isthmensis*, *Vatairea lundelli*, *Olmecca recta**, *Chamaedorea metallica**.

Sujetas a protección especial: *Languncularia racemosa*, *Encyclia vitellina*.

*Especies consideradas endémicas.

En las colectas llevadas a cabo en la EBITROLOTU han aparecido 30 especies nuevas para la ciencia en proceso de ser descritas. Estas especies han sido registradas exclusivamente en la EBITROLOTU, de no ser registradas en otra región, se trataría de especies endémicas de Los Tuxtlas (Ibarra-Manríquez *et al.*, 1997), se trata de: *Costus dirzoi*, *Daphnopsis megacarpa*, *Eugenia sotoesparzae*, *Inga sinacae*, *Miconia ibarrae*, *Mormodes tuxtliensis*, *Pouteria rhynchocarpa*, *Ruellia tuxtliensis*, *Solenophora tuxtliensis*, *Thelypteris rachyflexuosa*, *Tuxtla pittieri* (esta última es un género nuevo de Compositae).

Tipos de vegetación y uso del suelo

El mapa de vegetación y uso del suelo (Mapa 12) incluye 22 categorías que son: nueve tipos de vegetación, tres acahuales o sitios perturbados abandonados, tres tipos de potrero y cinco clases de cultivos, cuerpos de agua y zonas urbanas. Los nueve tipos de vegetación coinciden en lo general con los tipos de vegetación propuestos por Andrieu (1964) y por Sousa (1968). Haciendo la aclaración que la nomenclatura de los tipos de vegetación sigue la clasificación de Miranda y Hernández (1963), con la excepción del bosque mesófilo de montaña que sigue la clasificación de Rzedowski (1978) y se usa en vez del bosque caducifolio de Miranda y Hernández (*op. cit.*).

La Vegetación

Las diferencias con los tipos de vegetación y formaciones vegetales de los estudios de vegetación citados son los siguientes:

- En la selva alta perennifolia de Andrieu y Sousa, este estudio distingue la selva alta perennifolia y la selva mediana perennifolia.

- El lowland valley and swamp forest (bosque inundado de valles bajos) de Andrieu se reconoce en este estudio como selva baja perennifolia inundada.

- La categoría de forest remnants, tree rows, thickets and open fields (remanentes de selva, cercas vivas, selva en galería, arbustos y campos abiertos) de Andrieu se afina en ocho categorías (tres clases de potrero con base en la presencia de arbolado y cinco clases de cultivo anuales y perennes).

- En este estudio se incluye el acahual con tres categorías (derivado de selva, de bosque mesófilo y de encinar).

- En este estudio no se distingue la selva mediana subcaducifolia de Sousa, semideciduous forest de Andrieu.

Para definir los tipos de vegetación y uso del suelo de la sierra se interpretaron fotografías aéreas del INEGI de 1991 (escala 1:75 mil) y se llevaron a cabo varios recorridos de campo y colectas de ejemplares (Castillo-Campos, 1994, 1998).

En particular se colectaron los remanentes de selva más extensos y menos estudiados. Se utilizó además la información disponible sobre estudios florísticos de la sierra, particularmente los de Álvarez del Castillo (1976, 1977), Sousa (1968) e Ibarra-Manríquez y Sinaca (*op. cit.*), así como la carta de vegetación y uso del suelo del INEGI (1982), correspondiente al año de 1980 (escala 1:250000).

El mapa de vegetación y uso del suelo (Mapa 12) elaborado con fotografías aéreas del año 1991, distingue los siguientes

La Vegetación

tipos de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana perennifolia, selva baja perennifolia inundada, bosque mesófilo de montaña (*sensu* Rzedowski, 1978), bosque de pino, bosque de encino, sabana, manglar y dunas costeras. Distingue tres categorías de acahual: derivado de selva, de bosque mesófilo de montaña y de pino y encino. Incluye cinco categorías de cultivo: cultivo perenne de mango, aguacate y cítricos, cultivo de café y cacao, cultivo de caña, cultivo de tabaco y cultivo con potrero. Comprende tres categorías de potreros: potrero con árboles, potrero sin árboles y potrero con cultivo. Por último tiene una categoría de cuerpos de agua y otra de poblados.

Algunos de los tipos de vegetación, de los acahuales, de los cultivos y potreros incluidos en el mapa son similares entre sí; particularmente los tipos de selva alta y mediana perennifolia, que no se distinguen tanto por su composición florística como por sus características fisonómicas. La distribución de cada tipo en el intrincado relieve de Los Tuxtlas los mezcla, haciendo difícil reconocerlos si no se cuenta con experiencia de campo. Otro caso es el manglar y la selva baja perennifolia inundada que intercambian especies a lo largo de un gradiente de salinidad del agua.

Los acahuales derivados de cada tipo de vegetación comparten muchas especies entre sí y su composición florística es variable, en función del tiempo de abandono. Los cultivos y potreros entreveran especies anuales y perennes, nativas e introducidas, dando como resultado una gama muy grande de combinaciones.



La selva alta perennifolia (11,013 ha)

Crece en suelos litosoles rojos arcillosos, litosoles de derrames lávicos, regosoles de cenizas volcánicas y aluviales. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta 700 m de altitud, aunque en algunas cañadas puede trepar hasta 1000 m. Es el tipo de vegetación protípico de las tierras bajas de la región, aunque existen muchos diferentes subtipos de esta selva, relacionados con las variaciones del suelo, de la topografía y del microclima.

La Vegetación

Estructuralmente este tipo de vegetación es muy complejo, tiene una notable variedad de formas de vida: con árboles de talla enorme, mediana y pequeños, lianas, trepadoras herbáceas, hemiepífitas, epífitas, palmas, arbustos, hierbas umbrófilas y árboles estranguladores.

Los árboles del dosel tienen troncos rectos y gruesos, con diámetros entre 40 y 80 cm, son frecuentes los que miden más de un metro y en algunos casos hasta 1.5 y 2 m de diámetro; es común la presencia de contrafuertes.

Las especies de esta comunidad conservan sus hojas durante todo el año, a excepción de algunas especies de *Bernoullia* y *Ceiba* que las pierden durante la época más seca del año. Esta selva se caracteriza por su dosel de 30 m o más de altura. El follaje perennifolio es particularmente denso y cerrado entre los 20 y 35 m de altura. Las especies que forman el dosel son más de 100 en los terrenos de la EBITROLOTU. La mayoría de estas especies presentan densidades menores a dos individuos por hectárea, y a escala local, es decir, en decenas o centenas de metros hay variación de la abundancia relativa o densidad de las distintas especies. Lo anterior se traduce en una considerable heterogeneidad espacial formándose manchones que difieren en su composición florística, dándole a la selva alta un carácter de mosaico florístico.

Entre las especies del dosel destacan las leguminosas: *Lonchocarpus cruentus*, *L. guatemalensis* var. *mexicanus*, *Dussia mexicana*, *Ormosia panamensis*, *Platymiscium pinnatum*, *Pterocarpus rohrii*, *Vatairea lundellii*, *Cynometra retusa* y *Dialium guianense*. También destacan las lauráceas: *Nectandra ambigens*, *N. lundellii*, *N. cissiflora* y *Ocotea uxpanapana*; de *Moraceae*: *Brosimum alicastrum*, *Poulsenia armata*, *Clarisia biflora* ssp. *mexicana*, *Ficus yoportunensis* y *F. tecolutensis*. Otras especies destacadas pertenecientes a diferentes familias son: *Pouteria sapota*, *Sideroxylon portoricense*, *Ceiba pentandra*, *Bernoullia flammea*, *Spondias radlkoferi*, *Bursera simaruba*, *Vochysia guatemalensis*, *Cordia megalantha*, *Virola guatemalensis*, *Omphalea oleifera*, *Ampelocera hottlei*, *Terminalia amazonia* y *Calophyllum brasiliense*.

Existe también un gran número de especies arbóreas bajo el dosel, con individuos de menos de 20 m de altura capaces de madurar y reproducirse a la sombra de los árboles del dosel. Entre estos árboles destacan: *Pseudolmedia oxyphyllaria*, *Dendropanax arboreus*, *Cymbopetalum baillonii*, *Cupania glabra*, *Orthion oblanceolatum*, *Guarea glabra*, *Quararibea funebris*, *Pleuranthodendron lindenii*, *Rollinia jimenezii*, *Diospyros digyna*, *Pimenta dioica*, *Annona muricata*, *Calycophyllum candidissimum*, *Citharexylum affine*, *Rheedia edulis* y *Coccoloba hondurensis*. Además, las Euphorbiaceae: *Croton schiedeana*, *Alchornea latifolia* y *Tetrorchidium rotundatum*; las Leguminosae: *Albizia purpusii*, *Lonchocarpus santarosanus*, *Cojoba arborea*, *Inga pavoniana*, *Inga* spp. y las Lauraceae: *Ocotea dendrodaphne*, *Licaria velutina*, *Nectandra salicifolia*, y *N. globosa*.

En el sotobosque abundan las palmas, especialmente *Astrocaryum mexicanum*, que puede tener una densidad superior a mil individuos por hectárea, le siguen en abundancia *Chamaedorea tepejilote*, *Ch. ernesti-augustii*, *Bactris baculifera*, *Desmoncus ferox* y *Reinhardtia gracilis* var. *gracilior*.

Hay una gran variedad de árboles de menos de 10 m de altura, entre ellos destacan especies de la familia Rubiaceae: *Fareamea occidentalis*, *Psychotria faxluscens*, *P. chiapensis*, *Psychotria* spp., y otras especies, como: *Swartzia guatemalensis*, *Amphitecna tuxtlenensis*, *Malmea depressa*, *Calatola laevigata* y *Hampea nutricia*. Otras formas biológicas abundantes y características de la selva son las lianas (*bejucos*), epífitas y hemiepífitas, las especies más comunes son: *Abuta panamensis*, *Arrabidaea pubescens*, *Stizophyllum riparium*, *Connarus schultesii*, *Cydista aequinoctialis* var. *aequinoctialis*, *Mascagnia vacciniifolia*, *Tetrapterys donnell-smithii*, *Hiraea velutina* y *Paragonia pyramidata*.

Las especies de epífitas más comunes son: *Aechmea bracteata*, *Columnea shiedeana*, *Encyclia radiata*, *Epiphyllum phyllanthus* var. *hookeri*, *Kohleria deppeana*, *Peperomia obtusifolia* y *Tillandsia schiedeana*. Entre las hemiepífitas destacan:

La Vegetación

Syngonium podophyllum, *Philodendron* spp., *Anthurium flexile*, *A. crassinervium*, *A. scandens*, *Clusia* sp., *Monstera deliciosa*, y al menos diez especies de *Ficus hemiepipítitos* o matapalos.

La ruptura natural del dosel por caída de árboles grandes o de sus ramas crea claros en donde prosperan especies heliófilas de rápido crecimiento las más abundantes son: *Cecropia obtusifolia*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Trichospermum mexicanum*, *Ochroma pyramidale*, *Myriocarpa longipes*, *Trema micrantha*, *Hampea nutricia*, *Urera caracasana* y varias especies del género *Piper*.

La selva mediana perennifolia (19,959 ha)

Crece en las laderas de mayor pendiente como las de los volcanes Santa Marta y San Martín Pajapan, así como en la cima de pequeños conos volcánicos localizados al norte y noreste del Lago de Catemaco. Se distribuye desde 650 hasta 1000 m de altitud. Su composición florística está íntimamente relacionada con la selva alta perennifolia ya que comparten la mayoría de sus especies (Miranda y Hernández, 1963; Pennington y Sarukhán, 1998). La diferencia entre ambos tipos de selva es fisonómica, en la selva mediana el dosel es de 15 m de altura, sin rebasar los 20 m. Debido a lo abrupto del relieve los árboles en la selva mediana son de tallas más modestas que en la selva alta. La selva mediana tiene manchones o parches de selva alta, en el fondo de cañadas y barrancas de valles amplios.

El bosque mesófilo de montaña (10,770 ha)

A este tipo de vegetación también se le conoce como bosque de neblina, (Rzedowski 1978) y Sousa (1968) lo designa como bosque caducifolio, con base en la clasificación de Miranda y Hernández (1963).

En esta categoría se agrupan diferentes sinusias o asociaciones que otros autores ponen por separado, tales como el

bosque de lauráceas con *Ulmus*, la asociación encinar-liquidámbar y el bosque de *Podocarpus*. Las características florísticas y fisonómicas de tales asociaciones nos permiten sugerir que se trata de variaciones del bosque mesófilo de montaña (*sensu* Rzedowski 1978). En Los Tuxtlas este bosque se encuentra por arriba de los 1,000 m de altitud, aunque en realidad entre los 800 y 1,100 m de altitud existe una zona de transición entre la selva alta y mediana perennifolias y el bosque mesófilo cuya amplitud varía dependiendo de la orientación y del suelo.

En el bosque mesófilo se combinan las especies arbóreas del dosel de origen neártico con las especies de sotobosque y epífitas de origen neotropical. El dosel del bosque oscila entre 20 y 30 m de altura, en algunas ocasiones supera 40 m, es característica la gran biomasa de epífitas (orquídeas, helechos, bromelias, peperomias y aráceas) y musgos sobre los troncos y ramas más gruesas. En el sotobosque también es característica la presencia de helechos mezclados con árboles menores a 10 m y numerosos arbustos.

El bosque mesófilo está en las partes más altas de la sierra de Santa Marta y en los volcanes San Martín Pajapan y San Martín Tuxtla. En los tres sitios hay especies de géneros característicos de este bosque, como son los árboles de *Liquidambar*, *Clethra*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Podocarpus* y *Engelhardtia*, las epífitas o hemiepífitas *Oreopanax*, *Clusia*, *Encyclia*, *Tillandsia*, *Peperomia*, y los helechos arborescentes *Sphaeropteris*, *Cyathea* y *Alsophila*.

La abundancia relativa o dominancia de las especies arbóreas del dosel del bosque mesófilo varían entre los tres sitios, pero también cambia entre las vertientes de barlovento (norte-noreste) y de sotavento (sur-suroeste). A nivel más local también hay variaciones importantes en la dominancia de especies arbóreas, entre laderas con diferente orientación o entre las partes altas y bajas de una misma ladera.

Por ejemplo, al norte y al este del volcán San Martín Tuxtla son característicos los árboles de más de 50 m de altura de *Ulmus mexicana*, asociados con *Juglans olanchana*,

La Vegetación

Engelhardtia mexicana, *Clethra mexicana* y *Robinsonella mirandae* y *Poulsenia armata*. Al sur de este volcán en el límite inferior del bosque mesófilo, los árboles dominantes son especies de lauráceas, como: *Nectandra salicifolia*, *Licaria pecki* y *Phoebe* sp., junto con *Quercus skinneri*, más arriba dominan *Liquidambar styraciflua* con *Alfaroa mexicana*, *Engelhardtia mexicana* y *Daphnopsis brevifolia* y por arriba de los 1,100 m domina *Ulmus mexicana* asociado con *Meliosma alba*, *Pithecellobium vulcanorum*, *Carpinus caroliniana*, *Sloanea* sp. y *Quercus corrugata*. Sobre la ladera del noroeste dominan los árboles de *Quercus insignis* y *Talauma mexicana*.

Al suroeste del cráter del volcán Santa Marta, el dosel del bosque mesófilo está dominado por árboles de *Podocarpus* sp., que rebasan los 30 m de altura, asociados con *Quercus skinneri* y *Q. corrugata*. Mientras que en el sur del cráter hay manchones casi puros de *Liquidambar styraciflua* mezclados con árboles de diferentes especies de *Quercus*. En las barrancas de mayor humedad en la sierra de Santa Marta y en el volcán San Martín Pajapan, son muy abundantes los helechos arborescentes mayores a 10 m de altura.

En el sotobosque es frecuente encontrar *Ceratozamia mexicana* y *Cephaelis elata*, así como diversas especies del género *Chamaedorea* y helechos. Las especies epífitas más comunes son: *Anthurium scandens*, *Bletia reflexa*, *Peperomia obtusifolia*, *Tillandsia punctulata*, *Clusia* sp., *Eupatorium araliaefolium*, *Oreopanax capitatus*, *Yucca lacandonica* y *Solandra nitida*.

En San Martín Tuxtla y Santa Marta se encuentra una variante del bosque mesófilo con un dosel bajo entre 8 y 10 m de altura. Esta variante también se encuentra en cimas de conos volcánicos de menor altitud, así como sobre laderas directamente expuestas a los vientos del norte. Este bosque se caracteriza por la gran abundancia de árboles de *Oreopanax xalapensis* y *Clusia salvinii*, así como *Myrica cerifera*, *Rapanea jurgensii*, *Clethra suaveolens*, *Saurauia villosa*, *Ilex nitida*, *Ocotea effusa* y *Miconia glaberrima*. Los troncos de estos árboles son muy ramificados y sinuosos, con gran cantidad de

musgos como *Pterobryon densum* y *Rhizogonium spiniforme*, y otras epífitas entre las que destacan varias especies del género *Epidendrum*. Los arbustos más abundantes son *Senecio arborescens*, *Palicourea galeottiana* y *Elleanthus capitatus*.

Se le han dado diferentes nombres a esta variante del bosque, Sousa (1968) la denomina selva baja perennifolia de *Oreopanax* y *Clusia* (*sensu* Miranda y Hernández, 1963) y Andrie (1964) le llama "elfin forest".

El bosque de encino (encinar cálido, 1,065 ha)

Existen dos variantes del bosque de encino, el semicálido y el cálido (Sousa 1968). El encinar semicálido de Sousa (1968) se ha considerado en este estudio como parte del bosque mesófilo de montaña. Al sur del cerro Santa Marta, entre los 700 y 1,200 m de altitud el bosque mesófilo tiene una notable abundancia de encinos (*Quercus* spp.).

En el cerro del Vigía, 860 m de altitud, al sur de la ciudad de Santiago Tuxtla, hay un manchón de encinar semicálido. En el volcán San Martín Tuxtla aunque hay encinos, *Quercus skinneri* y *Q. insignis* no llegan a ser dominantes. La especie más común es *Quercus skinneri*, asociada con *Virola guatemalensis*, *Calatola laevigata* y *Saurauia laevigata*. Mientras que en Santa Marta, entre los 1,000 y 1,150 m de altitud el bosque está dominado por *Quercus affinis*, *Q. corrugata* y *Q. germana*, asociados con *Engelhardtia mexicana*, *Calophyllum brasiliense* y *Pithecellobium vulcanorum*.

El encinar cálido está entre 100 y 600 m de altitud, al sur del cerro Santa Marta. Se caracteriza por tener encinos de diferentes especies que forman un dosel de entre 15 y 20 m de alto. Las especies más abundantes son *Quercus conspersa*, *Q. glaucescens*, *Q. oleoides* y *Q. peduncularis*. Entre las especies de arbustos más comunes destacan *Calliandra houstoniana* y *Cassia flexuosa*. Las especies herbáceas más abundantes son *Schoenocaulon officinale*, *Ateleia pterocarpa*, *Canavalia villosa*, *Crotalaria maypurensis* y *Zornia gemella*, entre otras. Las epífi-



tas más frecuentes son *Maxillaria tenuifolia*, *Oncidium cebolleta* y *Oncidium sphacelatum*.

El bosque de pino (2,034 ha)

Se encuentra únicamente en la vertiente sur del cerro de Santa Marta, desde los 500 hasta los 900 m de altitud, sobre suelos lateríticos muy viejos y pobres. En su límite altitudinal inferior se mezcla con el encinar cálido y en algunas porciones con la selva alta y mediana, mientras que en la parte superior limita y se mezcla con el bosque mesófilo. Tiene una sola especie de pino: *Pinus*

La Vegetación

oocarpa. Las especies arbustivas más comunes son *Leucothoe mexicana*, *Myrica cerifera*, *Saurauia serrata*, *Mosquitoxylum jamaicense* y *Clethra macrophylla*. Las especies herbáceas más comunes son *Bulbostylis papillosa*, *Croton repens*, *Eragrostis* sp., *Paspalum pectinatum*, *Paspalum plicatulum* y *Zamia loddigesii*.

La sabana (9,357 ha)

Está en la parte sur y sureste de la sierra. Este tipo de vegetación se caracteriza por un estrato herbáceo dominado por pastos, en el que hay árboles dispersos de poca estatura. Las especies arbóreas y características de las sabanas en Los Tuxtlas son: *Byrsonima crassifolia*, *Coccoloba barbadensis*, *Curatella americana*, *Crescentia cujete* y *C. alata*.

El estrato herbáceo está dominado en cobertura y biomasa por gramíneas, entre las que destacan varias especies de *Panicum* y *Paspalum*, así como *Axonopus compressus* y *Muhlenbergia* sp. También son muy abundantes las leguminosas, entre las que destacan especies de los géneros *Desmodium*, *Crotalaria* y *Mimosa*.

La selva baja perennifolia inundada (504 ha)

Crece en zonas de agua dulce al noroeste de la laguna costera de Sontecomapan. Su dosel está formado por *Pachira aquatica* (apompo) y *Annona glabra*. Como arbusto destaca *Capparis flexuosa*. Las especies de herbáceas más comunes son *Acrostichum aureum*, *Rhabdadenia biflora* y *Machaerium lunatum*. En algunos sitios sujetos a inundaciones periódicas, tales como planicies bajas cercanas a la desembocadura de ríos caudalosos, se pueden encontrar franjas o manchones dominados por *Pachira aquatica*.



El manglar (523 ha)

Se extiende al sureste de la laguna de Sontecomapan, limita al noroeste con la selva baja perennifolia inundada. Es un tipo de vegetación con pocas especies arbóreas que pueden alcanzar alturas de hasta 20 y 25 m (Lot-Helgueras *et al.*, 1975). Son tres especies arbóreas características: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, son árboles con raíces adventicias o zancudas que les sirven tanto para fijarse al suelo lodoso, como para captar oxígeno.

La Vegetación

En el estrato herbáceo las especies más comunes son *Acrostichum aureum*, *Rhabdadenia biflora* y *Machaerium lunatum*. Son frecuentes las epífitas, entre las que destacan *Dichaea panamensis*, *Elleanthus cephalotus*, *Encyclia alata*, *Epidendrum nocturnum*, *Scaphyglottis livida* y *Momordex* sp.

Las dunas costeras (238 ha)

Están a lo largo de toda la línea de la costa. Sus especies son parte del grupo florístico del centro del Golfo de México y comparte muchas especies con el resto de Veracruz y Tabasco. Se caracteriza por especies arbustivas y arbóreas provenientes de tipos de vegetación de tierra adentro y que se han adaptado al sustrato arenoso con gran éxito. Entre las especies arbustivas se encuentran: *Randia laetevirens*, *Tabernaemontana alba*, *Coccoloba barbadensis* y *Verbesina persicifolia*. El estrato herbáceo está caracterizado por *Zamia furfuracea*, *Ipomoea pescaprae*, *Ipomoea stolonifera* y *Opuntia stricta*, entre otras.

Los acahuales (19,520 ha)

Se trata de tres categorías del acahual, el de selva tiene una extensión de 17,071 ha, repartida en más de 400 polígonos o fragmentos. El acahual de bosque mesófilo cubre 1,006 ha, y el acahual de encinar cálido tiene una superficie de 1,443 ha.

La composición florística de los acahuales es muy variable y depende de la influencia de la vegetación circundante, especialmente la selva o el bosque, de la presencia de semillas, frutos y tocones y del tiempo de abandono (Purata 1986). Es difícil identificar una variable o parámetro que sirva para ordenar la variedad de acahuales, en general y de una manera pragmática se separan en dos etapas de regeneración o recuperación, la primera correspondería a acahuales jóvenes o de monte bajo con un tiempo de abandono menor o igual a cinco años y los acahuales viejos o de monte alto, abandonados por un tiempo mayor a cinco años.

La Vegetación



En el acahual de monte bajo de la selva, las especies más abundantes y características son: *Myriocarpa longipes*, *Urera caracasana*, *Cecropia obtusifolia*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Eupatorium galeotti*, varias especies de *Solanum* y de *Piper*. Además, encontramos un conjunto diverso de especies arbustivas y herbáceas, mezclándose especies pioneras típicas de claros del interior de la selva como *Acalypha diversifolia*, *Carica papaya*, *Heliconia* spp. y otras especies ruderales características de zonas perturbadas como: *Acacia cornigera*,

La Vegetación

Conostegia xalapensis, *Cordia spinescens*, *Pavonia schiedeana*, *Solanum rudepanum*. Entre las especies herbáceas más abundantes están *Olyra latifolia*, *Costus dirzoi*, *Siparuna andina*, *Phytolacca rivinoides* y *Thelypteris meniscioides*, *Melampodium divaricatum*, *Bidens pilosa*, *Lippia microcephala* y varias especies de pastos y ciperáceas.

En el monte alto hay mayor número de especies que en el monte bajo, destacan especies arbóreas como: *Trema micrantha*, *Rheedia edulis*, *Manilkara sapota*, *Didymopanax* sp., *Ochroma pyramidale*, *Robinsonella mirandae*, *Pseudolmedia oxyphylaria*, *Ficus yoponensis*, *Calophyllum brasiliense*, *Trophis mexicana* y *Ocotea dendrodaphne*. En el sotobosque se pueden encontrar algunas palmas de *Astrocaryum mexicanum*, *Bactris mexicana* y *Chamaedorea* spp., y especies leñosas como *Psychotria veracruzensis*, *Cephaelis tomentosa* y *Eugenia capuli*.

Los potreros (160,507 ha)

Incluye tres categorías: potreros sin árboles, potreros con árboles y potreros con cultivos pequeños dispersos, principalmente de maíz o frutales. La superficie de potreros arbolados es de 86,381 ha, potreros sin árboles 57,879 ha y potreros con cultivos 16,247 ha, en total suman 160,507 ha de potreros en toda la sierra.

Los potreros tienen una gran riqueza de especies propiciada por su extensión, por los contactos con otros elementos del paisaje (selva, bosque, acahual o cultivo), por la influencia del arbolado, por la humedad del terreno, por el efecto del ramoneo y por el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, corte de la vegetación y tipo de pasto.

La apertura de un potrero generalmente tiene como antecedente un campo agrícola, cultivo de maíz alternado con frijol, chile, arroz, cacahuete o piña, aunque recientemente también se crean potreros cortando directamente la selva.

La Vegetación

La composición florística del potrero depende de la forma en que se transforma el cultivo de maíz en potrero, pues en esto estriba el tipo de pasto dominante (Martínez, 1980; Guevara *et al.*, 1997). Predominan dos tipos de potrero: potrero de grama y potrero de estrella, la distinción entre estos potreros es común a toda la región de Los Tuxtlas (Martínez, 1980; Guevara *et al.*, 1997).

La inducción de grama se hace inmediatamente después de la cosecha del maíz, cuando se introduce el ganado, cuya sola presencia favorece el crecimiento de hierbas y pastos nativos. En cambio la estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), pasto introducido al trópico mexicano desde los 70's (Rzedowski y Rzedowski, 1990) se siembra por medio de estolones antes de la cosecha (Martínez, 1980; Guevara *et al.*, 1997).

Las familias con mayor número de especies son *Asteraceae* (26), *Poaceae* (24), *Leguminosae* (20), *Euphorbiaceae* (16), *Rubiaceae* (10), *Cyperaceae* (7), *Solanaceae* (7), y *Thelipteridaceae* (7). Las especies más frecuentes son *Hyptis atrorubens* (*Lamiaceae*), *Phyllanthus urinaria* (*Euphorbiaceae*), *Paspalum conjugatum*, *Axonopus compressus-affinis*, *Cynodon plectostachyus*, *Setaria geniculata* y *Digitaria bicornis* (*Poaceae*), *Mimosa pudica* y *Desmodium incanum* (*Leguminosae*), *Borreria laevis* (*Rubiaceae*), *Sida rhombifolia* (*Malvaceae*), *Rhynchospora radicans* ssp. *radicans* y *Killinga brevifolia* (*Cyperaceae*) y *Blechnum brownii* (*Acanthaceae*). Es posible encontrar grandes manchones arbustivos de *Solanum rudepanum*, *Cordia spinescens*, *Euphorbia heterophylla*, *Acalypha diversifolia* y *Acacia cornigera* (Lira Noriega, 2003). En los potreros arbolados Barrera-Laez (2003) encontró 141 especies de árboles. Los individuos de estas especies arbóreas están aislados en el potrero, son parte de las cercas vivas o de la selva de galería. Los árboles atraen pájaros y murciélagos frugívoros que dejan caer en su vecindad semillas y frutos, con lo cual se enriquece la composición florística del potrero con especies de árboles y arbustos provenientes de la selva y el acahual Guevara *et al.*, (2004).

La Vegetación

Los cultivos (81,571 ha)

Los cultivos agrícolas de alto valor comercial están en los terrenos más planos, de suelos profundos y con mejores vías de comunicación, como es el caso de los cultivos de caña de azúcar (10,131 ha) al noroeste del volcán San Martín Tuxtla y el cultivo del tabaco (1,595 ha) entre las ciudades de San Andrés Tuxtla y Catemaco. A lo largo de la carretera principal que cruza la sierra hacia Acayucan son muy comunes los cultivos perennes de mango, plátano, aguacate y cítricos (3,491 ha). El cultivo de café bajo sombra de dosel de selva o acahual (8,546 ha), se practica principalmente al sur del Lago de Catemaco y de la sierra de Santa Marta, en comunidades popolucas y algunas nahuas.

El cultivo que mayor superficie ocupa es el maíz y se encuentra principalmente al suroeste de la región, donde la mayoría de los habitantes son indígenas popolucas o nahuas. Estos indígenas practican la agricultura de roza-tumba-quema o milpera en la sierra, desde hace varios siglos. Actualmente, las tierras más productivas han sido ocupadas por cultivos tecnificados de gran escala, estos cultivos incluyen pequeñas extensiones de potreros, por eso denominamos a esta categoría cultivos con potrero (57,708 ha).

Los poblados (4,441 ha)

Se encontraron 152 centros poblacionales o zonas urbanas en la fotointerpretación, con una superficie total de 4,441 ha. Todas estas poblaciones tienen más de 500 habitantes y aunque representan tan sólo el 23% de los poblados o asentamientos humanos de Los Tuxtlas, concentran a más del 90% de habitantes de la sierra.

La Vegetación

Los cuerpos de agua (8,411 ha)

Los cuerpos de agua más grandes son el Lago de Catemaco de 7,254 ha y la laguna costera de Sontecomapan de 891 ha, a los que se agregan 266 ha de 13 lagunas pequeñas de origen volcánico y pequeños embalses artificiales (Capítulo Los Ríos y los Lagos).

La situación actual

El mapa de diagnóstico de la vegetación remanente (Mapa 13) se elaboró con base en observaciones de campo, y en revisión bibliográfica, así se evaluó el estado de conservación de la vegetación original de la sierra de Los Tuxtlas para el año de 1991. La vegetación original remanente suma cerca de 55,500 ha, equivalentes a 17.2% de la superficie de la sierra. Aproximadamente 28,000 ha, equivalentes a 8.7%, son acahuales y cultivos con una estructura similar a la vegetación original, como por ejemplo el cultivo de café bajo dosel de selva o de acahual de selva. Por último, 74% de la superficie de la sierra corresponde a potreros o asentamientos urbanos.

Las áreas en las que prácticamente no hay vestigio de la flora original, son las dedicadas a monocultivo de alto valor comercial como: caña de azúcar (alrededor de 10 mil ha), tabaco (1,600 ha) y frutales (3,500 ha). A estas áreas se suman las zonas urbanas (4,400 ha). En estas áreas se ha modificado tanto la estructura física y la composición química del suelo, que el potencial de regeneración de la vegetación original se ha agotado por completo, y de ser requerida la restauración del ecosistema sería la más problemática y de mayor inversión económica; ya que antes de la recuperación de la vegetación habría que restaurar las propiedades del suelo.

Otras áreas transformadas son las de potreros desprovistos de árboles (58,000 ha), en las que la fuente de regeneración natural de la vegetación original ha sido eliminada. En estos potreros el uso de herbicidas y baños garrapaticidas para

La Vegetación

el ganado son muy comunes, además que suelen efectuarse quemas anuales de los pastos. En estos sitios se perciben signos claros del cambio en la estructura física del suelo, principalmente de compactación por el pisoteo del ganado. También están muy modificadas las áreas en donde se mezclan campos agrícolas con potreros desprovistos de árboles, dominadas por cultivos de alto valor comercial, como el chile, pepino, sandía y piña, entre otros. En estas áreas de cultivo con potrero (casi 56 mil ha), también se han eliminado la mayoría de los vestigios de la vegetación original, agotando sus fuentes de regeneración potenciales.

Las superficies ocupadas por los cultivos comerciales, las zonas urbanas y los potreros desprovistos de árboles han sido agrupados en una gran categoría denominada como zonas transformadas con baja o nula conectividad (Mapa 13), debido a que la vegetación original prácticamente ha sido eliminada, siendo muy difícil su restauración, pero además debido a que representan un tipo de hábitat muy desfavorable o incluso deletéreo para la fauna y flora original. Este tipo de áreas suman cerca de 131,000 ha, 41% de la sierra.

Poco más de 100,000 ha, 32% de la sierra son potreros arbolados, de estas 86,000 ha están arboladas con especies nativas y 16,000 ha son potreros arbolados con especies no nativas y con agricultura tradicional milpera. Estos potreros aún mantienen el potencial de recuperación de la vegetación original, debido a que las fuentes de regeneración natural (inmigración de semillas, semillas en el suelo y rebrote de tocones) no han sido eliminadas.

La presencia de árboles en los potreros, así como el mosaico de milpas y acahuales típico de la agricultura tradicional indígena, favorecen la presencia de la fauna nativa, entre estos animales se cuentan dispersores de semillas y de polen de plantas leñosas. Estas áreas se agruparon en una sola categoría denominada zonas transformadas con alta conectividad (Mapa 13).

La Vegetación

Remanentes forestales

En 83,500 ha, aproximadamente una cuarta parte de la sierra, hay grandes extensiones remanentes de la vegetación original, aunque 28,000 ha tienen clara evidencia de perturbación humana. Es notable que aunque reducidos, aún se encuentran todos los tipos de vegetación originales de la sierra.

La selva alta perennifolia es el tipo de vegetación más afectado por la deforestación (Capítulo La Deforestación). Con base en las características edáficas, climáticas y en los remanentes de vegetación, una estimación conservadora de la superficie original de la selva alta es de más de 210,000 ha, en 1991, solo 11,000 ha eran remanentes de vegetación relativamente bien conservadas, es decir alrededor del 5% de su cobertura original.

La tala de la selva alta perennifolia ha fragmentado su superficie en 60 fragmentos (Cuadro 1). Debido a lo inaccesible de los sitios, así como a la pronunciada inclinación de los terrenos en donde se establece la selva mediana perennifolia, ésta se encuentra en mejor estado de conservación, es el tipo de vegetación menos fragmentado ya que de la superficie total, más del 72% está contenido en un sólo fragmento (Cuadro 1).

CUADRO 1. La superficie remanente de los nueve tipos de vegetación, el número de fragmentos y el porcentaje del fragmento mayor.

	Superficie (ha)	Núm. de frags.	Fragmento mayor (ha) y % de la superficie	
Selva Alta Perennifolia	11,013	60	3,589	32.6%
Selva mediana perennifolia	19,959	30	4,439	72.3%
Bosque mesófilo de montaña	10,770	5	6,056	56.2%
Bosque de pino	2,034	8	784	38.5%
Bosque de encino cálido	1,065	8	410	38.5%
Sabana	9,357	9	6,043	64.6%
Manglar	523	3	338	64.6%
Selva baja perennifolia inundada	504	1	504	100%
Dunas costeras	238	6	108	45.4%

La Vegetación

La superficie de selva alta y mediana perennifolia sumadas es de 30,972 ha a las que se podrían agregar 17,071 ha de acahual de selva y 8,546 ha de café de sombra bajo dosel de selva o de acahual de selva, lo que da un total de 56,589 ha de vegetación forestal. Sin olvidar que solo 30,972 ha están relativamente bien conservadas, el resto es de selva perturbada (Cuadro 2).

Los fragmentos más grandes de selva en Los Tuxtlas están por arriba de los 500 m de altitud, mientras que en las zonas más bajas se encuentran dispersos los fragmentos menores. El fragmento más grande de selva está al norte y noroeste del cerro de Santa Marta y tiene más de 15,000 ha de superficie, está formado por manchones de selva mediana en una matriz de selva alta perennifolia (Mapa 12).

CUADRO 2. La superficie de tipos de acahual y cultivo de café, el número de fragmentos y el porcentaje del fragmento mayor.

	Área (ha)	Núm. de fragms.	Fragmento mayor (ha) y % del Área	
Acahual de selva	17,071	483	639	3.7%
Acahual de bosque mesófilo	1,006	14	320	31.8%
Acahual de encinar cálido	1,443	2	1,081	74.9%
Café bajo dosel de selva o acahual	8,546	29	1,893	22.1%

La Vegetación

El bosque mesófilo cubre 11,776 ha, repartidas en las cimas de los tres volcanes más altos de la sierra. Del total de esa superficie, alrededor de 1,000 ha han sido perturbadas por incendios o actividades agrícolas y han sido abandonadas convirtiéndose en acahual de bosque mesófilo. El bosque mesófilo es el tipo de vegetación mejor conservado de la región, destaca en el estado de Veracruz por su excelente estado de conservación, a diferencia de lo sucedido en el bosque mesófilo del resto del estado y del resto del país.

Otros tipos de vegetación de gran interés son el bosque de pino (*Pinus oocarpa*) al sur del cerro de Santa Marta entre 400 y 900 msnm, así como el encinar cálido (*Quercus* spp.) al sur del mismo cerro, por abajo de 200 m de altitud. Ambos tipos de vegetación están siendo afectados por la extracción de leña y madera que hacen los habitantes de los numerosos poblados de los alrededores. Los pequeños remanentes de encinar cálido están sometidos, además, a una fuerte presión por la ganadería, pues aparte del ganado que ramonea en el sotobosque, las quemaduras anuales de los pastos que se practican en los alrededores aumentan las posibilidades de incendios forestales que podrían arrasarlos.

En las inmediaciones de la laguna de Sontecomapan aún quedan 500 ha de manglar y otras 500 ha de selva baja perennifolia inundada de *Pachira aquatica* y *Annona glabra*. Ambos tipos de vegetación están muy amenazados por la expansión ganadera. En el caso del manglar es necesario resaltar que la industria tabacalera de San Andrés utiliza las varas largas del mangle para el secado de las hojas de tabaco, creando una presión extra que llega a ser muy fuerte.

La sabana de la sierra es un tipo de vegetación polémico, algunos autores consideran que este tipo de vegetación no ocurría de manera natural en la sierra, sino que se trata de una comunidad derivada de la deforestación y alteración humana. Sin embargo, las sabanas de Los Tuxtlas tienen una composición florística y estructura típica de las sabanas neotropicales, con árboles de *Curatella*, *Byrsonima*, *Crescentia*, y pastos

Axonopus y *Paspalum*. Las actividades ganaderas practicadas en ellas podrían haber reducido o al menos alterado las superficies originales en Los Tuxtlas, debido a la carga animal y a la quema anual del pasto demasiado frecuente e intensa.

Fragmentación de la selva

En las últimas décadas la sierra de Los Tuxtlas pasó de ser un paisaje eminentemente forestal, a uno de pastos. El patrón de fragmentación forestal en la sierra está relacionado con el tamaño y distribución de los poblados. Las zonas mejor conservadas son las de menor densidad poblacional, y relativamente alejadas de asentamientos humanos, con más de 2,000 habitantes. La topografía y la elevación del terreno influyen directamente en el patrón de fragmentación. Las zonas con pendientes pronunciadas ($>15^\circ$) tienen remanentes forestales, mientras que en las zonas planas ($< 5^\circ$) han sido taladas completamente. Las tierras por abajo de 300 m de altitud ocupan una superficie de 164,843 ha, de las cuales 140,743 han sido taladas.

Los fragmentos de selva en estas tierras bajas son escasos y pequeños, están muy separados o dispersos y notoriamente perturbados. Entre 300 y 700 m de altitud todavía predominan los potreros, y a medida que se asciende aparecen fragmentos remanentes de selva cada vez más grandes, están menos aislados y mejor conservados. Esta tendencia continúa hacia las zonas más altas, hasta donde la selva es reemplazada por el bosque mesófilo.

Por debajo de los 500 m de altitud el fragmento de selva mejor conservado y más extenso (>500 ha) es parte de la reserva de la EBITROLOTU que aún está conectado con las partes más altas del volcán San Martín Tuxtla.

Esta situación es relevante para la conservación de la diversidad biológica, pues las poblaciones de especies de selva de distribución altitudinal estrecha y limitada a las tierras bajas, han sido más afectadas que aquellas tolerantes a un rango altitudinal mayor.

La Vegetación

Aún queda mucho que hacer para evaluar y conocer la vegetación de la región de Los Tuxtlas. Este trabajo apunta algunas prioridades que incluyen tanto tipos de vegetación, como áreas de la sierra que han sido poco colectados. El estudio cuidadoso y exhaustivo de la región dará como resultado un mayor número de especies, más precisión acerca de la composición florística de los tipos de vegetación y permitirá entender mejor el proceso de regeneración de la selva y conocer la estructura del paisaje actual. Sin duda será una colaboración sustantiva para la conservación de la biodiversidad de la sierra de Los Tuxtlas.

Bibliografía

- Andrle, R.F. 1964. *A biological investigation of the Sierra de Tuxtla in Veracruz, Mexico*. Unpubl. PhD. Dissertation. Department of Geography, Louisiana State University. Baton Rouge. 247pp.
- Álvarez del Castillo, G.C. 1976. *Estudio ecológico y florístico del volcán San Martín Tuxtla, Veracruz, México*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Barrera-Laez, O. 2003. *Uso y manejo de árboles en potreros de Los Tuxtlas, Veracruz*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana. México.
- Bongers, F., J. Popma, J. Meave del Castillo & J. Carabias. 1988. Structure and floristic composition of the lowland rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* 74: 55-80.
- Carabias-Lillo, J. 1979. *Análisis de la vegetación de la selva alta perennifolia y comunidades derivadas de ésta en una zona cálida húmeda de México, Los Tuxtlas, Veracruz*. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Comisión de estudios sobre la ecología de las dioscóreas. 1960. Segundo informe anual. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México.
- Demant A. y C. Robin. 1975. Las fases del vulcanismo en México; una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico. *Revista Inst. de Geol., UNAM*, 75 (1): 70-83.
- Flores, J.S. 1971. *Estudio de la vegetación del cerro El Vigía de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz*. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Bibliografía

- Friedlaender, I. Ü. 1923. Über das vulkangebiet von San Martin Tuxtla in Mexiko. *Zeitschr. für Vulkanologie* 7: 162-187.
- González, Gutiérrez, M. 1976. *Ruppia marítima* L., en una laguna costera tropical (Sontecomapan): algunos aspectos autoecológicos. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 37:53-68.
- González-Soriano, E., R. Dirzo & R. Vogt (eds). 1997. *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM-CONABIO, México D.F., 647 pp.
- Guevara, S., J. Laborde, D. Liesenfeld y O. Barrera. 1997. Potreros y ganadería. En: González-Soriano , E., R. Dirzo & R. Vogt (eds). *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM-CONABIO, México D.F., 25-31 pp.
- Guevara, S. J. Laborde y G. Sánchez-Ríos. 2004. Rain forest regeneration beneath the canopy of Fig trees isolated in pastures of Los Tuxtlas, Mexico. *Biotropica* 36(1): 99-108
- Ibarra-Manríquez, G. 1985. *Estudios preliminares sobre la flora leñosa de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Ibarra-Manríquez, G. y S. Sinaca. 1987. *Listados Florísticos de México VII, Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz*. Instituto de Biología, UNAM, México.
- Ibarra-Manríquez, G y S. Sinaca. 1995. Lista florística de la estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz. México. *Rev. Biol. Trop.* 43: 75-115.
- Ibarra-Manríquez, G y S. Sinaca. 1996a. Lista florística de la estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz. México. Mimosaceae a Verbenaceae. *Rev. Biol. Trop.* 44: 41-60.
- Ibarra-Manríquez, G. y S. Sinaca. 1996b. Lista comentada de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México: (Violaceae-Zingiberaceae). *Rev. Biol. Trop.* 44: 427-447.
- Instituto de Ecología, A.C. 1998. Informe Final: Bases Ecológicas para el Ordenamiento Territorial de la Región de Los Tuxtlas, Veracruz. Documento Interno, entregado a SEMARNAP en mayo de 1998.
- Lira- Noriega, A. 2003. *La vegetación de los potreros del norte de la sierra de Los Tuxtlas*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D.F. 98 pp.
- Lot-Helgueras, A., C. Vázquez-Yanes y F. Menéndez. 1975. Physiognomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf Coast of México. En: Walsh, G.E. *et al.* (eds.) *Proceeding of The International Symposium on the Biology and Management of Mangroves*. Honolulu, Hawaii, 1974. Vol. 1:52-61.
- Martín-Del Pozzo 1997. Geología. En: González-Soriano , E., R. Dirzo & R. Vogt (eds). *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM-CONABIO, México D.F., 25-31 pp.

Bibliografía

- Martínez Gutiérrez, J. 1980. *Prácticas tradicionales de establecimiento y uso de los potreros en una región cálido-húmeda (Balzapote, Veracruz)*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Menéndez, L., F. 1976. *Los manglares de la Laguna de Sontecomapan, Los Tuxtlas, Veracruz: estudio florístico-ecológico*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Miranda, F. & E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 29:1-179.
- Mociño, J. M. 1870. Informe de don José Mariano Mociño sobre la erupción del volcán San Martín Tuxtla (Veracruz) ocurrida en el año de 1793. *Bol. Soc. Mex. Geogr. Estadist. II.* 2:62-70.
- Norma oficial mexicana. 1994. NOM-059-ECOL-1994.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1998. *Árboles Tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. Ediciones Científicas Universitarias. Serie Texto Científico Universitario. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México. 520 pp.
- Purata, V.E. 1986. Studies on secondary succession in Mexican tropical rain forest. *Acta Universitatis Upsaliensis*. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the faculty of Science.
- Rzedowski, J. 1963. El extremo boreal del bosque tropical siempre verde en Norteamérica continental. *Vegetatio* 11(4): 173-198.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México.
- Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 1990. Nota sobre el elemento africano en la flora adventicia de México. *Acta Botanica Mexicana* 12: 21-24.
- Sosa, V. y A. Gómez-Pompa (comp.) 1994. Lista Florística. Flora de Veracruz, *Fascículo 82*. Instituto de Ecología, A.C., Veracruz, México.
- Sousa, M. 1968. Ecología de las leguminosas de Los Tuxtlas, Veracruz. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Botánica* 1:121-160.
- Toledo, V.M. 1969. *Diversidad de especies en las selvas altas de la planicie costera del Golfo de México*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Vázquez-Soto, J. y L. A. González-Leija. 1963. Estudios de la vegetación en la región de Los Tuxtlas, Ver. Segundo Congreso Mexicano de Botánica, San Luis Potosí. S.L.P. México.
- Wendt, T. 1993. Composition, floristic affinities, and origins of the canopy tree flora of the Mexican Atlantic slope rain forests. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) *Biological Diversity of Mexico: Origins and Distribution*. Oxford Univ. Press, New York.

