

EL EXTREMO BOREAL DEL BOSQUE TROPICAL SIEMPRE VERDE EN NORTEAMERICA CONTINENTAL*

por

JERZY RZEDOWSKI

(Colegio de Post—Graduados; Chapingo, México¹⁾)

INTRODUCCION

El bosque tropical siempre verde (bosque tropical perennifolio, selva alta perennifolia, bosque tropical lluvioso, tropical rain forest, tropical evergreen forest, forêt ombrophile) se extiende en el continente americano en forma casi continua desde el norte de Argentina hasta el sur de México (SMITH & JOHNSTON, 1945: 12—13). La zona de este bosque penetra el territorio de México en dos franjas: una por el lado de la costa del Pacífico y otra por la del Golfo. La correspondiente a la vertiente Pacífica es muy angosta, y no alcanza el Istmo de Tehuantepec (MIRANDA, 1952). La franja del lado del Atlántico sufre una bifurcación: una rama abarca la mayor parte de la Península de Yucatán, y la otra rama, más estrecha, penetra la parte principal del continente norteamericano a lo largo de la costa del Golfo de México.

En cuanto a la península yucateca, este tipo de vegetación encuentra su límite norte en forma de una línea oblicua, que parte aproximadamente a la altura de la ciudad de Campeche ($\pm 19^{\circ}40'$ de latitud N) del lado poniente, hacia el Cabo Catoche ($\pm 21^{\circ}35'$ de latitud N) del lado oriente, pero diversos autores difieren en la localización exacta del punto de encuentro de la línea con la costa. BROCKMAN-JEROSCH (in RÜBEL, 1930), así como MIRANDA & HERNANDEZ XOLOCOTZI lo sitúan cerca de la Punta Yalkubul en la costa boreal. LUNDELL (1934: 259), SMITH & JOHNSTON (loc.cit.) y LEOPOLD (1950: 508), en cambio, creen que el límite pasa al sur del Cabo Catoche y termina a poca distancia al SE del mismo, en la costa oriental. HERNÁNDEZ CORZO (1950: 179) sitúa el mencionado punto aún más al sur, a la altura de la Bahía de la Ascensión.

MIRANDA (1958), a quien se debe el estudio más moderno, completo y extenso de la vegetación de la Península, deja en el mapa correspondiente (p. 223) un blanco en el lugar exacto donde el límite entre el bosque tropical perennifolio (sub-perennifolio de *Achras* y *Thrinax*) y el tropical decídúo (sub-decídúo de *Vitex* y *Brosimum*) se encuentra con la costa. La disposición general de la mencionada línea, sin embargo, permite deducir que este punto se encuentra no muy lejos del Cabo Catoche, o sea que la extensión del tipo de vegetación discutido llega prácticamente hasta el extremo septentrional de la Península.

La otra rama, que sigue a lo largo de la planicie costera del Golfo, encuentra su fin cerca del paralelo $22^{\circ}10'$ de latitud norte, según HERNÁNDEZ XOLOCOTZI (1953: 358); cerca del paralelo $22^{\circ}20'$, de acuerdo con MIRANDA & HERNÁNDEZ XOLOCOTZI; por el paralelo $22^{\circ}30'$, según BROCKMAN—

¹⁾ Trabajo realizado con ayuda económica de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y de la Universidad Nacional Autónoma de México.

* Recibido por la redacción el 23.IX.1960.

JEROSCH (loc. cit.) y SMITH & JOHNSTON (loc. cit.); cerca del paralelo $22^{\circ}40'$, según LEOPOLD (loc. cit.). MARTIN (1958: 28, 33—34) localiza un manchón aislado más al norte, que alcanzaría la latitud de $\pm 23^{\circ}10'$, o sea casi el nivel del Trópico de Cáncer.

Si bien hay diferencias en cuanto a la situación exacta de este extremo boreal, todos los mencionados autores coinciden en que éste se localiza en la región sur-este del estado de San Luis Potosí o sur-oeste de Tamaulipas, en los declives orientales de la Sierra Madre Oriental.

Un ensayo de localización más precisa de los límites de este extremo, así como una somera descripción de las condiciones ecológicas generales, de la estructura y composición florística del bosque tropical siempre verde ahí presente, constituyen los objetivos del presente trabajo.

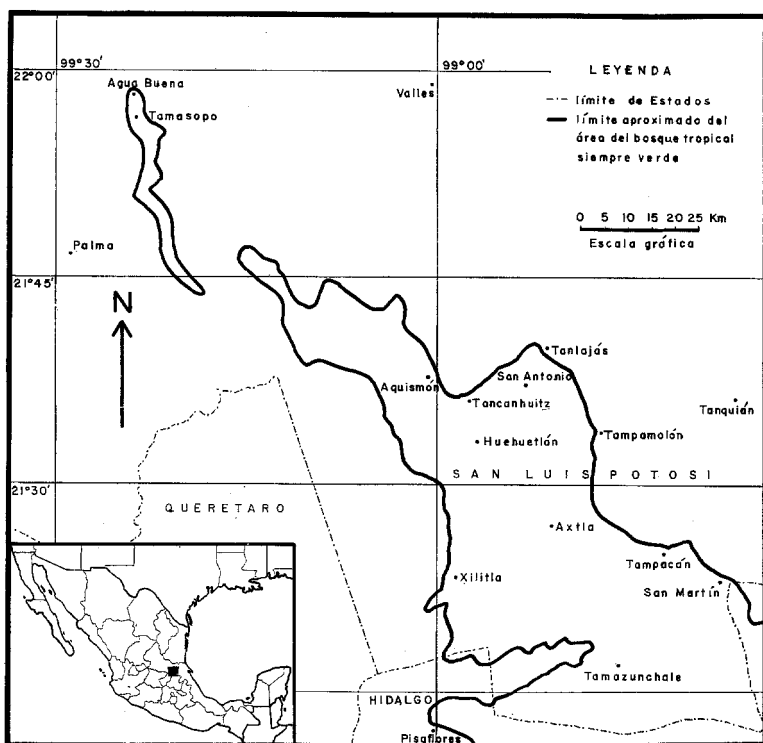
Se agradecen al Servicio Meteorológico Mexicano los datos climatológicos amablemente cedidos. El dibujo del mapa adjunto se debe a GRACIELA C. DE RZEDOWSKI.

LIMITES

El mapa señala en forma aproximada la situación de la línea límite boreal del área de distribución del bosque tropical siempre verde dentro del estado de San Luis Potosí y zonas inmediatamente adyacentes, de acuerdo con las observaciones realizadas por el autor entre los años de 1956 a 1960. Su trazo puede considerarse solamente como aproximado debido a las siguientes razones:

- 1a No se ha efectuado un reconocimiento de gran detalle; la construcción de la línea se basó en observaciones realizadas en unos 15 puntos distintos, que se extrapolaron utilizando mapas topográficos detallados.
- 2a Los límites entre zonas de vegetación rara vez ocurren en forma de líneas; generalmente se presenta una zona de transición con características intermedias, o bien una zona de distribución en mosaico, por lo cual la representación lineal no es en tales casos sino una abstracción convencional.
- 3a Un ensayo de estimación de las diferencias y de los límites entre a) bosque tropical siempre verde y b) bosque tropical sub-perennifolio, entre b) bosque tropical sub-perennifolio y c) bosque tropical sub-decíduo, o entre c) bosque tropical sub-decíduo y d) bosque tropical decíduo, etc., resultó ser difícil y altamente subjetivo en el terreno. Por consiguiente, y para el propósito del presente estudio se han considerado como sinónimos los términos „bosque tropical siempre verde” y „bosque tropical sub-perennifolio” („evergreen seasonal forest” de BEARD (1944: 138) siguiendo el criterio de RICHARDS (1952: 319).
- 4a En la mayor parte de las localidades estudiadas el bosque clímax ha sido destruido y fue preciso realizar las estimaciones a base de comunidades y especies secundarias, que no siempre dan una indicación completamente exacta de la vegetación primitiva.

Por el oeste la línea divisoria (mapa) entra en el territorio del estado de San Luis Potosí a unos 25 km al WSW de Tamazunchale, y siguiendo las cotas de 600 a 800 m de altitud de la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental, deja fuera las zonas altas para incluir solo los declives inferiores



de la cuenca del río Moctezuma y de sus afluentes. Luego se dirige hacia el norte, pasa cerca de Xilitla, y a la altura aproximada del paralelo $21^{\circ}30'$ se desvía hacia el NW y corre sobre las mismas cotas hasta la Sierra de Tansabaca. Más al NNW de la mencionada sierra hay una serie de manchones discontinuos de bosque tropical siempre verde alineados a lo largo de (y representados en el mapa en forma de) una franja angosta, el último de los cuales llega aparentemente hasta Agua Buena (latitud $21^{\circ}58' N$), estando situado a una altura de 350 a 600 m sobre el nivel del mar. Al norte de Agua Buena parece dominar en forma franca el bosque tropical deciduo, aunque muchas de las especies propias del bosque perennifolio trascienden ese límite.

En lo concerniente a la vegetación descrita por MARTIN (loc. cit.) como „tropical semi-evergreen and evergreen forest” en el SW de Tamaulipas, ésta no debe considerarse como perteneciente al bosque tropical siempre verde en la acepción que se emplea en el presente trabajo (ver p. 180). Aunque se han encontrado ahí las especies citadas por MARTIN, al igual que otras plantas esciófilas características de bosques perennifolios, su localización está restringida casi exclusivamente a cañones o lugares protegidos y su repartición es francamente discontinua. *Brosimum alicastrum* y *Celtis monoica* no pasan de 15 a 20 m de alto; se mezclan con frecuencia con ellos elementos típicos del bosque tropical deciduo, que suelen ramificarse desde abajo. El estrato superior de la comunidad deja pasar bastante luz hacia el suelo, particularmente en época seca, y hay un fuerte desarrollo de arbustos y hierbas. Este tipo de bosque, en general, es análogo al que se encuentra en

otros lugares protegidos o privilegiados en humedad dentro del área del bosque tropical deciduo (véase también más adelante, p. 190).

De la Sierra de Tansabaca el límite continua en forma irregular hacia el SE y desde antes de llegar a los alrededores de Aquismón comienza a seguir el contorno de una zona de contacto entre la Planicie Costera y las primeras estribaciones de la Sierra. Marca una entrante por Aquismón y Tancanhuitz, luego una saliente cerca de Tanlajás, de donde vuelve a la dirección SE, se localiza a un lado de Tampamolón y de Tampacán y sale del territorio del estado a la altura de San Martín.

Los tipos de vegetación que colindan con el bosque tropical siempre verde en San Luis Potosí son: encinar y bosque deciduo con *Liquidambar*, por casi todo el oeste; bosque tropical deciduo, a través de una faja generalmente estrecha de bosque sub-deciduo, por el norte, por el este, y en algunos cañones profundos por el oeste.

CONDICIONES ECOLOGICAS GENERALES

a. Situación fisiográfica.

La zona estudiada se localiza en los declives orientales inferiores de la Sierra Madre Oriental de México, en donde el mencionado macizo montañoso está contiguo a la porción meridional de la Planicie Costera Nor-oriental de este país. Su distancia de la costa del Golfo varía entre 100 y 170 km.

A la altura de Tamazunchale y Xilitla la Sierra Madre Oriental alcanza altitudes hasta de 3000 m y su desnivel hacia el oriente es muy pronunciado y abrupto. Al oeste de Tamasopo la Sierra llega solamente a unos 1500 m de altura sobre el nivel del mar, y a ello, en combinación con los vientos dominantes húmedos del NE, se debe la circunstancia de que el bosque tropical siempre verde ocupe al nivel de Tamazunchale, Xilitla y Tancanhuitz casi toda el área desde las cotas de 600—800 m hasta donde empiezan las llanuras de la Planicie Costera, mientras que a la altura de Tamasopo sólo abarca una angosta faja en las porciones basales del macizo principal de la Sierra.

Más del 90% de la superficie comprendida dentro de los límites fijados consta de terrenos cerriles o francamente montañosos, solo algunos valles angostos se intercalan acá o allá.

Desde el punto de vista geológico (MUIR, 1936; HEIM, 1940; BONET, 1956; BODENLOS, 1956) el área situada al poniente de la línea Tamazunchale—Tancanhuitz, así como toda la zona situada más al norte, están constituidas por calizas cretácicas y a veces jurásicas (de Oxfordiano a Santoniano), casi siempre de color gris claro, muy plegadas y con gran abundancia de fenómenos kársticos, como campos de lapiaz, dolinas, resumideros, cavernas, y ausencia casi completa de drenaje superficial efectivo. Es el área de montañas altas y sumamente escarpadas. Al oriente de la misma línea predominan lutitas y areniscas calcáreas del Paleoceno y Eoceno Inferior, formando cerros de altura más moderada y contornos redondeados, con arroyos y ríos permanentes. A lo largo de la mencionada línea se intercala entre los dos grupos de rocas mencionadas una franja angosta de margas gris—azulado—amarillentas del Cretácico Superior (Maestrichiano—Campaniano). La carretera México—Nuevo Laredo corre también a lo largo de esta línea, que en la mayor parte de su recorrido corresponde a un valle estrecho y alargado.

Los afluentes principales del río Pánuco, provenientes del Altiplano, atraviesan la Sierra Madre en profundísimos cañones, que crean condiciones ecológicas especiales. El cañón correspondiente al río Moctezuma se ensancha gradualmente, y al NE de Tamazunchale forma un valle más o menos amplio, que está recubierto por aluviones del Reciente y del Pleistoceno.

b. Suelos.

Por tratarse de una zona eminentemente montañosa, los suelos que la cubren son en su mayoría inmaduros y estrechamente relacionados con la roca madre que les dió origen. La influencia del clima en la pedogénesis también es evidente y se refleja, entre otras características, en la carencia de carbonato de calcio en el suelo, a pesar de que la roca madre contiene este compuesto en cantidades apreciables.

Las laderas de los cerros calizos (substrato más extendido en la región) sostienen generalmente un suelo somero y discontinuo. Su espesor es muy variable, pues se acumula en las bolsas que dejan entre sí las salientes de las rocas. Es arcilloso o arenoso—arcilloso, ligeramente ácido a neutro, de color oscuro, castaño-negrusco a rojizo-negrusco, y rico en materia orgánica. Localmente se considera como suelo fértil, pero sufre intensa erosión al carecer de la protección del manto vegetal.

Los terrenos cerriles con substrato de areniscas y lutitas presentan por lo común un perfil más grueso (0.4 a 1 m de espesor), poco diferenciado en horizontes, pero con un gradiente en coloración y en contenido de materia orgánica. Es un suelo más claro, de color que varía entre amarillento y grisáceo, a menudo más oscuro cerca de la superficie. Su textura es arenosa a arcilloso-arenosa, pH próximo a la neutralidad, su fertilidad mediana a buena.

La mayor parte de los terrenos planos de la región están recubiertos por mantos gruesos de arcillas lateríticas compactas, que se originaron tal vez por la acumulación de materiales provenientes de las serranías circundantes, acarreados por vía aluvial. Es un „suelo” sin diferenciación alguna en horizontes, ácido, pobre en materia orgánica, y su color varía desde amarillo hasta rojo oscuro. Se considera como poco útil para la agricultura.

Suelos profundos negros de algunos valles intermontanos y suelos arenosos de las vegas de los arroyos y ríos ocupan solamente una fracción pequeña de la región.

c. Clima.

El régimen climático de las porciones orientales de la República Mexicana está altamente influenciado por la cercanía del Golfo de México y sufre los efectos de masas de aire frío que con frecuencia invaden el área en los meses invernales, provenientes de zonas de alta presión del norte y nor-este. Otros factores determinantes de significación son: vientos alisios, existencia y configuración de la Sierra Madre, gradientes generales de aumento de aridez y de descenso de temperatura al ir avanzando del sur al norte.

El Golfo de México proporciona la humedad atmosférica que es llevada por los vientos dominantes (del NE) hacia el continente, y además constituye un centro importante de fuertes perturbaciones ciclónicas, que azotan el área entre septiembre y noviembre. De diciembre a febrero dura el

período de los „nortes”, como se denomina localmente los fenómenos debidos a las incursiones de masas boreales de aire frío, que, además de ser responsables de que la temperatura del área sea inferior a la que le correspondería por su latitud, suelen aumentar notablemente la humedad atmosférica, produciendo frecuentes períodos de nubosidad, llovizna y neblina, que duran a veces hasta 10 y más días. Tanto los vientos alisios, como los ciclones y los nortes encuentran un obstáculo considerable en la Sierra Madre Oriental, donde producen la mayor parte de sus efectos.

En cuanto a los gradientes de humedad y temperatura, éstos son la consecuencia de la circulación general de la atmósfera y de la latitud; su expresión cuantitativa aproximada para la Planicie Costera del Golfo fue presentada por MARTIN (op. cit.: 15—20). Las mismas tendencias generales se observan también en la Sierra Madre, aunque ahí el cuadro es mucho más complejo debido a la mayor influencia de la altitud, de la posición topográfica y de la exposición.

Las fuentes de información meteorológica relativa a la zona estudiada, sin ser del todo satisfactorias, permiten establecer un cuadro bastante aproximado de las condiciones prevalecientes. Además de dos estaciones con registro largo que se encuentran dentro del área, aunque muy cerca de sus límites (Xilitla, lat. $21^{\circ}23'$, long. $98^{\circ}59'$, alt. 750 m; Agua Buena, lat. $21^{\circ}58'$, long. $99^{\circ}24'$, alt. 350 m) se utilizaron para esta discusión datos de la estación de Tamazunchale (lat. $21^{\circ}16'$, long. $98^{\circ}48'$, alt. 120 m), que posee un registro de 5 años. Se consultaron, además, datos de la estación pluviométrica de Huejutla, Hidalgo, situada a 40 km al ESE de Tamazunchale, en condiciones ecológicas similares, con el objeto de estimar hasta que punto pueden considerarse representativos los promedios del registro relativamente corto de esta última localidad.

Las tablas incluidas al final del texto resumen los promedios de datos meteorológicos más importantes de las 3 estaciones mencionadas.

Las condiciones óptimas de humedad se encuentran inquestionablemente en los alrededores de Xilitla, donde sólo en un mes llueve menos de 50 mm, el promedio anual es superior a 2500 mm, y las neblinas ocurren a lo largo del año. La humedad relativa media se estima como superior a 90%, pues se trata de un centro cafetero de importancia. En Tamazunchale llueve también más o menos la misma cantidad de agua (2580 mm, si se corrige el total, utilizando un coeficiente calculado a base de datos de la estación de Huejutla), pero su distribución no es tan regular (2 a 3 meses con menos de 50 mm) y las neblinas son menos frecuentes. Los 4 meses secos de Agua Buena, por otra parte, parecen crear condiciones definitivamente marginales para el desarrollo del bosque tropical siempre verde.

Septiembre es en general el mes más lluvioso, las deficiencias de precipitación se presentan entre noviembre y abril. La temperatura media anual varía entre 20.8° (Xilitla) y 23.5° (Agua Buena) o 23.8° (Tamazunchale; dato no muy exacto); la diferencia entre las medias de los meses más caliente y más frío del año está entre 8.4° (Xilitla) y 9.8° (Agua Buena). Los promedios de temperaturas mínimas del mes más frío (enero) son del orden de 10.8° (Agua Buena) a 13.9° (Tamazunchale; dato no muy exacto); los promedios anuales de oscilación diurna de la temperatura varían entre 8.0° (Xilitla) y 12.9° (Agua Buena). Las máximas extremas están entre 40.0° (Xilitla) y 46.0° (Agua Buena), ocurren en marzo o abril, aunque mayo y

junio son los meses más calientes del año. Las mínimas extremas aparentemente no llegan a 0° .

Los vientos en general no son intensos, salvo los que acompañan las trayectorias de los ciclones. No se conocen datos de evaporación ni de luminosidad de la región.

De acuerdo con la clasificación de climas de KÖPPEN (1948: 171—172) la zona estudiada caería bajo las categorías de Amw y Cfw, precisamente en los límites entre ambos tipos de clima.

En el caso de la zona en cuestión es evidente que tanto la temperatura como la humedad alcanzan valores críticos para la existencia del bosque tropical perennifolio aproximadamente a la misma latitud, y por consiguiente se plantea el problema, cual de los dos factores es el directamente responsable de determinar su límite boreal.

Al ascender la sierra hacia el poniente, la cota de 600—800 m coincide aproximadamente con la isoterma de los 20° de temperatura media anual y de los 0° de temperatura mínima extrema (en Xilitla 20.8° y 1.0° , respectivamente), que posiblemente representan los valores críticos (compare en RICHARDS, op cit.: 136, 138). Hacia el norte y el este la deficiencia de humedad parece resultar decisiva. La estación de Lomas de Mirador (situada a 8 km al N de Aquismón), por ejemplo, registra una precipitación de 1513 mm anuales y 6 meses con lluvia inferior de 50 mm. En la estación de Agua Buena (2026 mm anuales y 4 meses con precipitación menor de 50 mm) los 6 meses más secos no reciben sino el 13 % de la lluvia total en promedio.

Es preciso señalar que las temperaturas mínimas absolutas de las últimas dos estaciones (0.0° y 0.5° , respectivamente) también actúan probablemente como limitantes del bosque tropical perennifolio, pero estas temperaturas deben considerarse quizás como consecuencia de la escasez de humedad en los meses más fríos del año. En opinión del autor, los hechos de que el extremo boreal del bosque tropical siempre verde se localice sobre laderas expuestas hacia el norte a una altitud entre 350 y 600 m, y de que por el norte colinde casi directamente con el bosque tropical deciduo, constituyen pruebas significativas de que el límite en esta zona está determinado fundamentalmente por la falta de humedad suficiente o suficientemente bien distribuida a lo largo del año (compare también en MARTIN, op.cit.: 17—19).

d. Actividades humanas.

La zona estudiada está situada dentro de la región conocida con el nombre de Huasteca Potosina y en la mayor parte de su extensión ha sido habitada por el hombre desde tiempos inmemoriales. Hoy continua siendo densamente poblada, pues a ello contribuyen las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de una gran variedad de plantas tropicales, y en cuanto a los cultivos anuales se llegan a obtener hasta tres cosechas al año en algunos sitios.

Las actividades agrícolas de esta importante población acarrearon como resultado la destrucción de la mayor parte y la modificación del resto de la vegetación primitiva. Casi todos los terrenos están o habían sido sometidos a desmonte y cultivo y en el último caso están cubiertos por matorrales o bosques secundarios. Solo las pendientes excesivamente abruptas han sido a veces respetadas, pero inclusive muchas de ellas se están „abriendo al cultivo” en la actualidad. Es frecuente ver campos de lapiaz sembrados

con maíz en las bolsas de suelo entre peña y peña. Muchos de los terrenos están inutilizados desde el punto de vista agrícola a causa de la intensa erosión del suelo, debida al escurrimiento. En algunas zonas cafeteras marginales (Tamazunchale, Aquismón) se sigue la costumbre de dejar una parte de los árboles del bosque primitivo, que sirven de sombra a los cafetales; en Xilitla y alrededores, sin embargo, se suele destruir la vegetación natural y se siembran árboles bajos especiales para este propósito, como *Inga* spp. (chalahuite) o *Melia azedarach* (paraíso, pioche). Los cultivos más frecuentemente practicados son: maíz, café, caña de azúcar, frijol.

La ganadería en mayor escala solo es importante en la mitad oriental de la región. Se sigue el sistema de quema periódica y siembra de gramíneas introducidas, principalmente de *Panicum maximum* (zacate guineá).

En la actualidad no existen en la zona explotaciones forestales intensivas, aunque muchas especies de árboles se utilizan en escala local para la elaboración de muebles, para construcción, cercas, combustible, etc. Según LUNDELL (1937a: 15) en épocas antiguas existían explotaciones de chicle (*Acbras zapota*) en la Huasteca.

DESCRIPCION DE LA VEGETACION

RICHARDS (op. cit.) define como principales características del bosque tropical siempre verde las siguientes:

- 1a Dominancia espacial y numérica de plantas leñosas.
- 2a Gran número de especies de árboles, frecuentemente sin dominancia por parte de una o unas pocas especies.
- 3a Altura media de 30 a 45 m.
- 4a Aspecto verde del bosque durante todo el año, aunque pueden existir en él especies deciduas.
- 5a Semejanza fisonómica entre las diferentes especies arbóreas.
- 6a Troncos de los árboles rectos y desprovistos de ramificaciones en la mitad inferior.
- 7a Ocurrencia frecuente de contrafuertes (estribos tabulares) en la base de los árboles.
- 8a Corteza de los árboles lisa y delgada.
- 9a Predominancia de hojas o foliolos grandes, coriáceos, de color verde oscuro y con márgenes enteras o casi enteras.
- 10a Predominancia de flores inconspicuas, a menudo de color blanquecino o verdoso.
- 11a Presencia de dos o tres estratos arbóreos, que cubren casi por completo el cielo y crean condiciones de penumbra al nivel del suelo.
- 12a Desarrollo escaso de estratos inferiores en bosques no perturbados.
- 13a Abundancia de trepadoras, principalmente leñosas, y de epifitas.
- 14a Ocurrencia de la caulifloria.

El bosque tropical siempre verde en la región estudiada corresponde a estas características, con algunas salvedades que se discuten en seguida. El número de especies arbóreas presentes es más bien moderado y la dominancia en la mayor parte de los casos corresponde a una o dos especies. RICHARDS (op. cit.: 254—263) cita varios ejemplos de comunidades dominadas por una sola especie dentro del área del bosque tropical siempre verde en diversas partes del mundo. Algunas probablemente son secundarias o



1. Restos de bosque tropical siempre verde de *Brosimum alicastrum*, cerca de Huichihuayan, S.L.P.

sub-climáticas; otras, según la hipótesis del mencionado autor, quizás se deben a condiciones edáficas desfavorables. En el norte de Centroamérica y en México la mayor parte de la extensión del bosque tropical siempre verde parece consistir de asociaciones con una a cinco especies dominantes (BRAVO, 1956; BRAVO & RAMÍREZ, 1952; GÓMEZ POMPA, com. pers.; HERNÁNDEZ CORZO, op. cit.; LUNDELL, 1934, 1937b, 1940; MIRANDA,



2. Restos de bosque tropical siempre verde de *Brosimum alicastrum*, cerca de Huichihuyán, S.L.P.

1952, 1958), y parece ser que en términos generales se observa una disminución gradual del número de dominantes al avanzar del sur al norte en toda la mencionada región.

En cuanto a los contrafuertes en la base de los troncos de los árboles, éstos no son tan frecuentes y conspicuos como los que se pueden ver en el sur de México. No se han observado en ningún caso raíces fúlcreas.

Aunque la mayor parte de las especies tienen hojas o folíolos relativamente grandes y gruesos, los hay también de tamaño pequeño (*Pithecolobium arboreum*) y las de algunas de las especies más frecuentes apenas pueden clasificarse dentro de la categoría de mesofilia de RAUNKIAER (según GATES, 1949: 106). Las de *Celtis monoica* poseen, además, margen ligeramente aserrada.

La cauliflora solo se ha encontrado en algunas especies secundarias, por ejemplo *Parmentiera edulis*.

El conjunto de estas discrepancias, en la opinión del autor, no es suficiente para clasificar las comunidades estudiadas fuera de la categoría del bosque tropical siempre verde, pero, no obstante, resulta significativo. Si las condiciones de humedad permitieran la existencia de bosques higrófilos subtropicales en el nor-este de México y en el sur-oeste de los Estados Unidos, la región estudiada debería considerarse probablemente como un tipo de transición hacia estos últimos bosques.

Pocos son los trabajos botánicos que se han ocupado de la zona que es objeto del presente estudio. LUNDELL (1937a), al describir algunas novedades florísticas, habla someramente acerca de la vegetación de los alrededores de Tamazunchale. Anuncia un artículo más extenso, pero éste aparentemente nunca se ha publicado. Una lista preliminar de componentes florísticos

del bosque tropical siempre verde de San Luis Potosí, norte de Veracruz e Hidalgo aparece en el trabajo de HERNÁNDEZ XOLOCOTZI (op.cit.:360).

Las descripciones a continuación se refieren a dos tipos de bosques, cuyos restos o fragmentos se encuentran con relativa frecuencia en la región estudiada.

El primero es característico de las laderas de caliza, lutita y arenisca calcárea. Es un bosque alto y denso, pero en condiciones de poco disturbio se puede caminar en él sin mayor dificultad, a no ser por la fuerte pendiente y los frecuentes peñascos y salientes de rocas. El suelo está constantemente húmedo, salvo los alrededores de los claros del bosque, donde se interrumpe la penumbra y el sol penetra hasta los estratos inferiores. La hojarasca está generalmente presente, aunque su espesor y abundancia varían a lo largo del año.

La altura del estrato superior varía generalmente entre 30 y 40 m y está en relación con la pendiente o exposición; su cobertura no es menor de 75 %. Sólo rara vez se observan eminencias que sobresalen por encima de este techo. El diámetro de los troncos de la mayor parte de los árboles oscila entre 0.5 y 1 m; son escasos los individuos con grosor superior a 2 m. La dominancia en todos los casos observados corresponde total o parcialmente a *Brosimum alicastrum* (ojite, ojosh); en lenguaje vulgar el bosque suele recibir el nombre de ojital. Otros árboles del estrato, casi siempre presentes, son (en orden de abundancia):

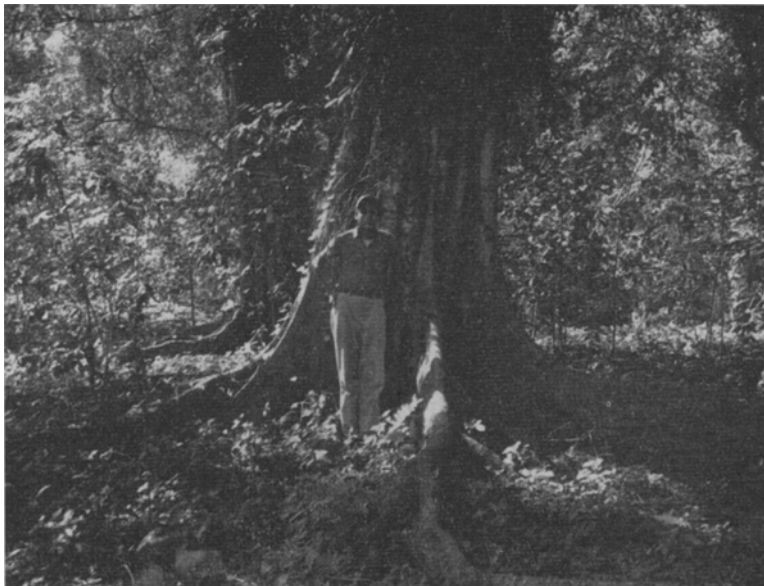
<i>Celtis monoica</i>	<i>Pithecolobium arboreum</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Ficus cotinifolia</i>
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Pouteria hypoglauca</i>
<i>Sideroxylon tempisque</i>	<i>Ficus padifolia</i>
	<i>Ficus mexicana</i>
	<i>Ficus glaucescens</i>

Las especies de la segunda columna se encuentran preferentemente en lugares algo protegidos. *Celtis monoica* en ocasiones llega a ser co-dominante. *Ficus padifolia* y *F. cotinifolia* se comportan como estranguladores (matapalos).

Otro estrato de árboles, generalmente de 8 a 15 m de alto, se ha encontrado en todas las localidades estudiadas, pero su cobertura es variable y oscila entre 30 y 80% y su composición no es constante, quizás a causa de disturbio. La especie de fidelidad mayor parece ser *Protium copal*. Otros elementos más o menos abundantes son:

<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Faramaea occidentalis</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Hasseltia mexicana</i>
<i>Carpodiptera Ameliae</i>	<i>Pouteria Durlandii</i>
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	<i>Tabebuia pentaphylla</i>
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Zuelania Roussoviae</i>

aunque quizás no todas formen parte de la comunidad climax. Puede observarse que algunos árboles de estrato son los mismos que los del estrato inmediatamente superior. *Bursera simaruba*, *Tabebuia pentaphylla* y *Zuelania Roussoviae* pierden sus hojas por un período breve (no superior de dos meses) que coincide con su época de floración.



3. Contrafuertes de *Ficus padifolia*, árboles conservados para sombra de cafetal.



4. Copa de *Ficus padifolia*, en el borde del bosque.

Sigue un estrato arbustivo de 2 a 5 m de alto, normalmente muy abierto, pero cuya densidad aumenta en los sitios en que las condiciones de iluminación son mejores. Las Rubiáceas suelen predominar a este nivel: *Anisomeris Pringlei*, *Faramea occidentalis*, *Psychotria erythrocarpa*, *Psychotria* sp. Otros elementos con frecuencia encontrados son:

<i>Acalypha Schlechtendaliana</i>	<i>Odontonema</i> sp.
<i>Bombax ellipticum</i>	<i>Piper</i> spp.
<i>Chamaedorea</i> sp.	<i>Tabernaemontana alba</i>
<i>Decatropis bicolor</i>	<i>Yucca elephantipes</i>
<i>Gymnanthes longipes</i>	
<i>Lasiacis</i> spp.	

El estrato herbáceo, de 20 a 100 cm de alto, está poco desarrollado como tal, salvo en lugares muy rocosos, donde algunas rupícolas llegan a ser abundantes. Estas últimas se enumeran en la segunda columna:

<i>Aneilema Karwinskyi</i>	<i>Begonia</i> spp.
<i>Campelia zanonii</i>	<i>Nama</i> sp.
<i>Chamaedorea Pringlei</i>	<i>Pilea microphylla</i>
<i>Costus ruber</i>	<i>Pilea pubescens</i>
<i>Dorstenia contrajerva</i>	<i>Peperomia glutinosa</i>
<i>Lithachne pauciflora</i>	<i>Zebrina pendula</i>
<i>Olyra yucatanica</i>	
<i>Oplismenus birtellus</i>	
<i>Spiranthes</i> sp.	
<i>Tripogandra cumanensis</i>	

Entre las esciófilas no rupícolas predominan evidentemente las Monocotiledóneas, en especial las Comelináceas y las Gramíneas, pero sólo rara vez existe alguna de ellas en abundancia.

El estrato muscinal, compuesto de musgos, líquenes, hepáticas y algas, está confinado a la superficie de las rocas.

Las trepadoras leñosas y epifitas son abundantes en individuos. La mayor parte de las Aráceas presentes son a la vez trepadoras y epifitas, aunque las especies de *Philodendron* a veces arraigan en el suelo. Las plantas de esta familia constituyen generalmente más de las tres cuartas partes de la biomasa de trepadoras y epifitas en el bosque tropical siempre verde estudiado. Las más frecuentemente encontradas son:

<i>Anthurium aemulum</i>	<i>Philodendron robustum</i>
<i>Monstera deliciosa</i>	<i>Philodendron sagittifolium</i>
<i>Philodendron Hoffmannii</i>	<i>Syngonium podophyllum</i>

Otras lianas abundantes son:

<i>Cydista aequinoctialis</i>	<i>Petrea volubilis</i>
<i>Meliosira populifolia</i>	<i>Vitis tiliacifolia</i>

de las que la última es la más conspicua y frecuente.

Entre las epifitas destacan, además de las Aráceas, las Orquidáceas y las Bromeliáceas, sin contar las diversas Criptógamas, que no se enumeran en la siguiente lista de las especies más características:

<i>Aechmea bracteata</i>	<i>Peperomia rotundifolia</i>
<i>Brassavola nodosa</i>	<i>Peperomia</i> spp.
<i>Catasetum integerrimum</i>	<i>Pleurothallis tribuloides</i>
<i>Epidendrum</i> spp.	<i>Rhipsalis cassutha</i>
<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Tillandsia Schiedeana</i>
<i>Notylia Bakerii</i>	<i>Tillandsia usneoides</i>
<i>Oncidium guttatum</i>	<i>Tillandsia utriculata</i>

Otro tipo de bosque, cuyos restos se localizan con alguna frecuencia en la región estudiada, es el que corresponde a ciertos terrenos planos o poco inclinados con un suelo constituido por grueso manto de arcillas rojas o amarillas indiferenciadas, de aspecto de laterita. La vegetación en este substrato es de un bosque siempre verde medianamente alto, con dominancia absoluta de *Quercus oleoides*, por lo cual se trata de un encinar o „encinal”, como suele llamársele localmente.

El estrato arbóreo superior cubre unos 40 a 60% de la superficie, su altura es de 15 a 25 m, y además de *Quercus oleoides* puede existir en él *Ceiba pentandra*, *Zinowiewia integerrima*, o algún otro árbol de los propios del bosque tropical siempre verde.

El segundo estrato de árboles, de 8 a 12 m de alto, tiene 30 a 50 % de cobertura y sus componentes más frecuentes son:

<i>Bursera simaruba</i>	<i>Protium copal</i>
<i>Carpodiptera Ameliae</i>	<i>Tabebuia pentaphylla</i>
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Yuelania Roussioviae</i>

En estas condiciones las copas de los árboles no llegan a crear condiciones de penumbra en los estratos inferiores, por los cual los estratos arbustivo y herbáceo se hallan bien desarrollados y cubren unos 70% y 50% de la superficie, respectivamente.

En el primero (2—4 m) pueden distinguirse:

<i>Casearia</i> sp.	<i>Piper</i> spp.
<i>Chamaedorea</i> sp.	<i>Psychotria erythrocarpa</i>
<i>Faramea occidentalis</i>	<i>Tabernaemontana alba</i>
<i>Lasiacis divaricata</i>	<i>Wimmeria concolor</i>
<i>Miconia</i> sp.	<i>Yucca elephantipes</i>
<i>Parathesis serrulata</i>	

así como varias enredaderas herbáceas:

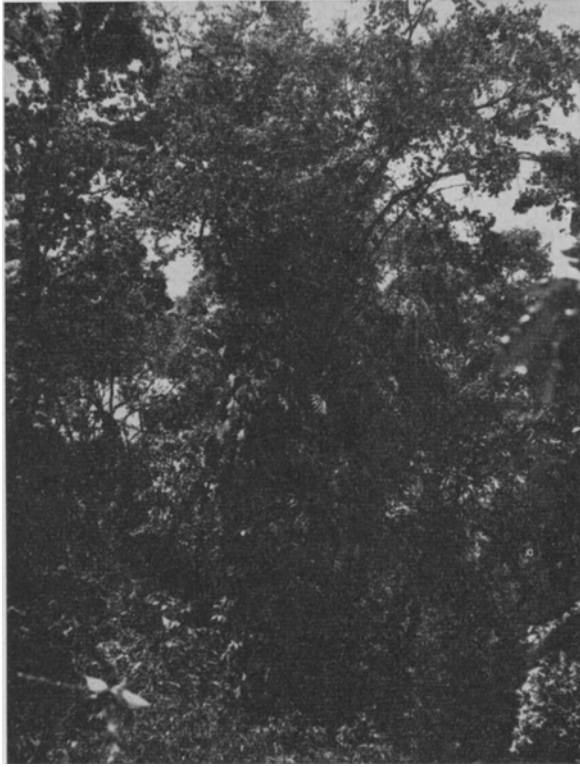
<i>Calea urticifolia axillaris</i>	<i>Smilax aristolochiaefolia</i>
<i>Mikania cordifolia</i>	<i>Smilax mollis</i>

En el segundo (20—100 cm) entre las más conspicuas pueden enumerarse:

<i>Bromelia karatas</i>	<i>Olyra yucatanana</i>
<i>Chamaedorea Pringlei</i>	<i>Oplismenus birtellus</i>
<i>Desmodium</i> sp.	

El suelo está cubierto por hojarasca y no existe estrato rasante o muscinal.

Las epifitas y trepadoras de los estratos arbóreos son sumamente abundantes y las componen las mismas especies enumeradas para el bosque de *Brosimum*.



5. Arbol de *Brosimum alicastrum* con su tronco cubierto por *Monstera* y *Anthurium*, en un cafetal cercano a Tamazunchale, S.L.P.



6. *Aechmea bracteata*, *Anthurium aemulum*, *Rhipsalis cassutha* y diversas Orquidáceas.

De esta descripción se deduce que el encinar de *Q. oleoides*, aunque presenta ciertas características estructurales y una afinidad florística al bosque tropical siempre verde, no lo es en toda la extensión de ese término, y más bien conserva una situación intermedia entre este último y los encinares típicos que se localizan a mayor altitud. Se trata indudablemente de un clímax edáfico.

El autor de estas líneas no ha logrado encontrar en el área estudiada un bosque alto natural en terreno plano o poco inclinado y con suelo distinto al laterítico rojo. Las superficies visitadas que presentan estas características han sido desmontadas y se ocupan para la agricultura, ganadería, habitaciones humanas, jardines, huertas, caminos, o están cubiertas por matorrales o bosques secundarios. Sólo algunos árboles han sido respetados en ocasiones y gracias a ellos puede deducirse que los mencionados terrenos estaban cubiertos primitivamente por un bosque tropical siempre verde, quizás algo distinto al ojital, pero no menos exuberante. No se pudo dilucidar cual o cuales especies eran las dominantes; en su composición intervenían posiblemente los siguientes árboles que aún se encuentran acá y allá:

<i>Acbras zapota</i>	<i>Hasseltia mexicana</i>
<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Pithecolobium arboreum</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Pouteria hypoglauca</i>
<i>Carpodiptera Ameliae</i>	<i>Sideroxylon tempisque</i>
<i>Cedrela mexicana</i>	<i>Spondias mombin</i>
<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Tabebuia pentaphylla</i>
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Trophis racemosa</i>
<i>Faramaea occidentalis</i>	<i>Zinowiewia integerrima</i>
<i>Ficus</i> spp.	

aunque quizás una parte de ellos no corresponda en realidad al bosque clímax.

Los bosques y matorrales secundarios presentes en la región estudiada son muy variados y ricos desde el punto de vista florístico. En este lugar sólo se incluye una lista de árboles y arbustos más frecuentemente encontrados:

<i>Abutilon notolophium</i>	<i>Cecropia obtusifolia</i>
<i>Acacia cornigera</i>	<i>Cedrela mexicana</i>
<i>Acalypha Schlechtendaliana</i>	<i>Ceiba pentandra</i>
<i>Acrocomia mexicana</i>	<i>Celtis iguanea</i>
<i>Adelia barbinervis</i>	<i>Cestrum dumetorum</i>
<i>Ardisia escallonioides</i>	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>
<i>Bauhinia divaricata</i>	<i>Cnidoscolus multilobus</i>
<i>Bernardia interrupta</i>	<i>Conostegia xalapensis</i>
<i>Buddleia americana</i>	<i>Cordia alliodora</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Croton draco</i>
<i>Calliandra Houstoniana</i>	<i>Croton niveus</i>
<i>Calliandra portoricensis</i>	<i>Cupania dentata</i>
<i>Carica papaya</i>	<i>Decatropis bicolor</i>
<i>Castilla elastica</i>	<i>Eugenia capuli</i>

<i>Eugenia fragrans</i>	<i>Pithecolobium dulce</i>
<i>Garcia nutans</i>	<i>Pluchea odorata</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Sabal mexicana</i>
<i>Hasseltia mexicana</i>	<i>Sapindus saponaria</i>
<i>Heliocarpus americanus</i>	<i>Saurauia</i> sp.
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	<i>Schoepfia Schreberi</i>
<i>Heliocarpus Donell-Smithii</i>	<i>Solanum verbascifolium</i>
<i>Hybanthus mexicanus</i>	<i>Spondias mombin</i>
<i>Inga</i> sp.	<i>Tabebuia pentaphylla</i>
<i>Leucaena pulverulenta</i>	<i>Tabernaemontana alba</i>
<i>Lonchocarpus</i> sp.	<i>Thevetia peruviana</i>
<i>Muntingia calabura</i>	<i>Trema micrantha</i>
<i>Myriocarpa longipes</i>	<i>Trichilia havanensis</i>
<i>Paratbesis serrulata</i>	<i>Trichilia birta</i>
<i>Parmentiera edulis</i>	<i>Trophis racemosa</i>
<i>Piper</i> spp.	<i>Urera alceifolia</i>
<i>Piscidia piscipula</i>	<i>Vernonia Aschenborniana</i>
<i>Pisonia aculeata</i>	<i>Zanthoxylum</i> sp.
<i>Pithecolobium calostachys</i>	

La vegetación leñosa de las orillas de los ríos y arroyos permanentes consta principalmente de:

<i>Byttneria aculeata</i>	<i>Pithecolobium arboreum</i>
<i>Ficus</i> spp.	<i>Platanus mexicana</i>
<i>Guadua aculeata</i>	<i>Pluchea odorata</i>
<i>Hasseltia mexicana</i>	<i>Populus</i> sp.
<i>Heimia salicifolia</i>	<i>Salix chilensis</i>
<i>Inga spuria</i>	<i>Tasodidum mucronatum</i>
<i>Lytbrum acinifolium</i>	

RELACIONES GEOGRAFICAS DE LA VEGETACION Y DE LA FLORA

Las afinidades geográficas de la flora y de la vegetación de la región estudiada se dirigen en forma casi exclusiva hacia el sur. Tal circunstancia encuentra su explicación lógica en la continuidad prácticamente ininterumpida de condiciones climáticas favorables para la existencia del bosque tropical siempre verde desde Sudamérica, y en la no existencia de bosques subtropicales húmedos en una faja de más de 1000 km de ancho que pudiera aportar elementos desde el norte.

LUNDELL (1937a: 9) encuentra una notable similitud de los bosques de Tamazunchale con los de algunas áreas de Campeche y de Petén en Guatemala. Esta similitud radica probablemente en que ambas clases de vegetación son bosques tropicales siempre verdes de tipo marginal, relativamente pobres desde el punto de vista florístico, con una sola o pocas dominantes y sin la exuberancia propia de esta formación, cuando se desarrolla en condiciones óptimas. La semejanza consiste asimismo en el hecho de que *Brosimum alicastrum* es frecuente también en la Península de Yucatán y muchas veces dominante. En otros trabajos el mismo investigador (LUNDELL, 1934:

271; 1937b: 10) expresa la creencia que los „ramonales” (bosques de *B. alicastrum*) no son comunidades de tipo completamente natural en la zona maya, sino que su desarrollo ha sido favorecido por actividades humanas. Las observaciones realizadas por el presente autor en San Luis Potosí no parecen confirmar esta hipótesis y se cree que la asociación de *B. alicastrum* debe considerarse en esta región como clímax.

Bosques tropicales siempre verdes con predominancia de *Brosimum alicastrum* parecen ser frecuentes en el norte y centro del Estado de Veracruz y zonas adyacentes. MIRANDA (1947: 106) cita el ejemplo de los alrededores de Poza Rica. GOMEZ POMPA (com. pers.) estudió la composición de ojiales cercanos a María Andrea, Puebla, y encontró que es muy semejante aunque un poco más rica florísticamente que la de los observados en San Luis Potosí y descritos en este trabajo. Cerca de Córdoba, Veracruz, de Tuxtepec, Oaxaca, y de Teapa, Tabasco, el autor pudo visitar también bosques de *B. alicastrum* sobre calizas kársticas. En condiciones semejantes existe en algunas localidades de Chiapas (MIRANDA 1952: 69) y en la Península de Yucatán.

Por otra parte, es preciso señalar que la presencia de ojite no está siempre ligada con la del bosque tropical siempre verde. En San Luis Potosí y en Tamaulipas no es raro encontrar la planta en medio del bosque tropical deciduo e inclusive en medio del bosque tropical espinoso, formando a veces bosquecillos en barrancas o a las orillas de los arroyos. En condiciones análogas le ha encontrado GENTRY (1946: 359) sobre rocas volcánicas en Sinaloa y MIRANDA (1947: 105) en la cuenca del Balsas y en las partes áridas de Chiapas.

Otros árboles característicos del bosque siempre verde estudiado también se comportan de manera similar. *Celtis monoica*, *Ficus cotinifolia*, *Tabebuia pentaphylla*, *Zuelania Roussoviae*, *Bombax ellipticum*, *Ceiba pentandra* son más o menos abundantes en el área situada más al norte y al oriente, y *Bursera simaruba* es con frecuencia dominante. *Sideroxylon tempisque* es considerado por CRONQUIST (1946: 250—251) sólo como una variedad de *S. capiri*, especie propia de los bosques tropicales deciduos de la vertiente Pacífica de México y Centroamérica. Tal situación está íntimamente ligada a la condición marginal del bosque tropical siempre verde de la región estudiada.

En lo concerniente al encinar de *Quercus oleoides*, éste también es un tipo de vegetación bastante extendido. El autor ha observado comunidades muy semejantes en condiciones geológicas, topográficas y edáficas análogas en los estados de Veracruz y Oaxaca. MIRANDA (1952: 154) revela la existencia de bosques de *Q. oleoides* en el norte de Chiapas, aparentemente en situación similar.

Resulta notable que la amplitud ecológica de este encino también excede los límites del clima tropical húmedo. Cerca de Rascón, San Luis Potosí, a 350 m de altitud, al norte de la región estudiada y en medio del bosque tropical deciduo, se encuentran en algunos sitios, al pie de sierras calizas, bosquecillos abiertos de *Q. oleoides*, de unos 10 m de alto, sobre típicas arcillas rojas. MARTIN (op. cit.: 32) encontró esta clase de vegetación cerca de Encino en el SW de Tamaulipas a 100 m de altitud, y aunque no habla de las características del suelo, supone que su presencia se debe a factores edáficos. Estas plantas representan tal vez colonias — relictos de tiempos en que prevalecía un clima más húmedo que el actual, y que se han logrado

mantener en sitios en que las arcillas rojas siguen aflorando.

En Belice *Q. oleoides* forma parte de los bosques o savanas de *Pinus caribaea*, que crecen a elevaciones medias sobre arenas castañas o rojizas de origen granítico (LUNDELL, 1940: 35—39), y en el Petén existe en selvas pantanosas (LUNDELL, 1937b: 57; MULLER, 1942: 41—42).

Desde el punto de vista florístico la zona estudiada pertenece indiscutiblemente a la región neotropical y sus afinidades más directas son con la flora del este y sur-este de México y con la de Centroamérica.

El área de distribución de muchas de las especies presentes se extiende en forma continua hasta Sudamérica, como por ejemplo:

<i>Bursera simaruba</i>	<i>Muntingia calabura</i>
<i>Byttneria aculeata</i>	<i>Parathesis serrulata</i>
<i>Calliandra portoricensis</i>	<i>Pluchea odorata</i>
<i>Ceiba pentandra</i>	<i>Rhipsalis cassutha</i>
<i>Celtis iguanea</i>	<i>Spondias mombin</i>
<i>Chlorophora tinctoria</i>	<i>Tabebuia pentaphylla</i>
<i>Cordia alliodora</i>	<i>Thevetia peruviana</i>
<i>Dendropanax arboreus</i>	<i>Trema micrantha</i>
<i>Faramaea occidentalis</i>	<i>Trophis racemosa</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Vitis tiliifolia</i>
<i>Inga spuria</i>	

pero éstas en gran parte son típicas de bosques o matorrales secundarios, y en algunos casos se debe tratar quizás de especies colectivas o cenospecies más bien que de especies linneanas. En su mayoría existen también en el Caribe y algunas inclusive son pantropicales.

La mayor parte de las especies propias del bosque clímax alcanzan sólo Centroamérica en su distribución. Aquí pertenecen:

¿ <i>Achras zapota</i> ?	<i>Ficus glaucescens</i>
<i>Alchornea latifolia</i>	<i>Ficus padifolia</i>
<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Hasseltia mexicana</i>
<i>Carpodiptera Ameliae</i>	<i>Pouteria Durlandii</i>
<i>Celtis monoica</i>	<i>Sideroxylon tempisque</i>
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	<i>Yucca elephantipes</i>
<i>Ficus cotinifolia</i>	<i>Zuelania Roussoviae</i>

al igual que muchos de los elementos secundarios.

Con la flora del Altiplano de México existen pocas relaciones; éstas se manifiestan en las especies propias de las orillas de los ríos, como *Heimia salicifolia*, *Salix chilensis*, *Faxodium mucronatum*, en la rupícola *Pilea microphylla*, en la epífita *Tillandsia usneoides*, y en una que otra más, principalmente malezas ubicuistas.

Con el oeste de México las relaciones florísticas son un poco más marcadas. Hasta allá se extiende la mayoría de las especies capaces de existir en el bosque tropical deciduo, así como muchos elementos secundarios.

Enfocando el problema de otra manera, la zona estudiada constituye el límite norte en América continental de la distribución de algunos géneros de plantas tropicales, entre los cuales pueden mencionarse:

<i>Aobras</i>	<i>Litbache</i>
<i>Alchornea</i>	<i>Muntingia</i>
<i>Campelia</i>	<i>Saurauia</i>
<i>Costus</i>	<i>Zebrina</i>
<i>Faramea</i>	<i>Zinowiewia</i>
<i>Hasseltia</i>	

Aparentemente, no llega a San Luis Potosí el área de distribución de muchos otros géneros neotropicales, característicos de los bosques húmedos del sur-este de México y de Centroamérica:

<i>Andira</i>	<i>Poulsenia</i>
<i>Bernoullia</i>	<i>Schizolobium</i>
<i>Bucida</i>	<i>Sloanea</i>
<i>Dialium</i>	<i>Sterculia</i>
<i>Myroxylon</i>	<i>Sweetia</i>
<i>Oecopetalum</i>	<i>Terminalia</i>
<i>Pera</i>	<i>Vochysia</i>

RESUMEN

1. En el presente trabajo se trata de precisar los límites de distribución geográfica del bosque tropical siempre verde, en la zona en que este tipo de vegetación alcanza su extremo boreal en el continente norteamericano. Tales límites se localizan en la porción SE del Estado de San Luis Potosí, México, en los declives basales hacia el oriente de la Sierra Madre Oriental.

2. Se describen someramente las condiciones ecológicas generales a las que está sometido el bosque tropical siempre verde en San Luis Potosí. Se encuentra que deficiencias de humedad constituyen probablemente el principal factor determinante que interfiere con su existencia en zonas situadas más al norte.

3. Las características del bosque estudiado corresponden bastante bien a las del bosque tropical siempre verde, tal como las define RICHARDS (1952), aunque no posee la exuberancia que este tipo de vegetación presenta más cerca del ecuador y en condiciones más favorables de humedad. La dominante es casi siempre una sola: *Brosimum alicastrum*.

4. Se reconoce asimismo la existencia en el área estudiada de bosques de *Quercus oleoides*, que se desarrollan en condiciones edáficas especiales (arcillas lateríticas), y que por su estructura y composición florística guardan una situación intermedia entre el bosque tropical siempre verde y los bosques de *Quercus* típicos de las partes altas de México y Centroamérica.

5. Al estudiar las afinidades geográficas de la flora y de la vegetación de la región, se encuentra una relación muy estrecha y casi exclusiva con el sur-este de México y con Centroamérica. Se encuentra asimismo que los elementos arbóreos más frecuentes y característicos de la región estudiada no son exclusivos del bosque tropical siempre verde, sino que extienden su área de distribución a zonas de bosque tropical deciduo.

SUMMARY

1. In the present paper an attempt is made to find the limits of the geographic distribution of the tropical rain forest, in the area where this vegetation type reaches its northern extreme in North America. These limits are localized in the southeastern part of the Mexican state of San Luis Potosí, on eastern basal slopes of the Sierra Madre Oriental. Towards its boreal extreme the distribution of the tropical rain forest becomes discontinuous and the northernmost spot comes up approximately to the latitude of $20^{\circ}58' N$, being situated at 350 to 600 m above sea level. The bounding vegetation types of the tropical rain forest in San Luis Potosí are: tropical deciduous forest — towards drier climate; temperate deciduous forest with *Liquidambar*, and oak forest — towards colder climate.

2. General ecological conditions of the tropical rain forest in San Luis Potosí are briefly described. The relief is almost entirely mountainous, composed chiefly of limestone hills with characteristic karst topography; less abundant are calcareous sandstones and shales. Mean annual precipitation amounts 2000 to 2600 mm, with one to four months of deficient rainfall per annum; mean annual temperature varies between 20 and $24^{\circ}C$. The altitude of 600 to 800 m, which circumscribes the distribution area of the tropical rain forest in San Luis Potosí toward the mountains, coincides apparently with $20^{\circ}C$ mean annual and $0^{\circ}C$ absolute minimum isotherms. According to KÖPPEN's classification the climates of the region should be considered as Amw and Cfwa, just in the limit between these two types. It is found that lack of humidity is probably the chief limiting factor which interferes with the existence of tropical rain forest in areas situated toward the north. The studied region has been densely inhabited since ancient times and consequently the natural vegetation is almost entirely destroyed or largely modified. Only exceptionally spots of more or less preserved natural forest can be found.

3. The features of the studied forest fit well enough with those defined by RICHARDS (1942) for the tropical rain forest, although it is not as luxuriant as this vegetation type uses to be in the neighbourhood of the equator or in more favorable humidity conditions. The forest reaches a height of 30 to 40 m and is composed of two tree, one shrub and one herb layer, the last one poorly developed. Epiphytes and lianas are very abundant. In almost all situations, where primitive forest is more or less preserved, only one dominant species could be distinguished: *Brosimum alicastrum*. Other frequent high trees are: *Celtis monoica*, *Bursera simaruba*, *Sideroxylon tempisque*, *Ficus* spp. Similar *Brosimum* forests are known from many regions of the Gulf slope of Mexico and seem to be characteristic of limestone substratum.

4. Within the studied area forests of *Quercus oleoides* exist where particular soil conditions (lateritic red clays) prevail. Their structure and floristic composition is intermediate between those of a tropical rain forest and those of *Quercus* forests of the highlands of Mexico and Central America. *Q. oleoides* forests are known from other localities of eastern Mexico, where they develop apparently in similar ecologic conditions.

5. The flora and the vegetation of the area are closely and almost exclusively related to those of south-eastern Mexico and Central America, and their neotropical affinity finds its best expression in a large number of species,

the distribution areas of which extend into South America. It is found also that the most characteristic and frequent tree elements of the studied area are not exclusive of the tropical rain forest, but extend over belts of tropical deciduous forest. On the other hand the south-eastern part of San Luis Potosí determines the northern limit in continental America of several genera which apparently do not extend beyond the climatic conditions of the tropical rain forest. A number of tree genera frequent in south-eastern Mexico do not reach San Luis Potosí in their distribution areas.

RÉSUMÉ

1. Ce travail a pour objet d'essayer de préciser les limites de la distribution géographique de la forêt ombrophile, dans la zone où ce type de végétation atteint sa limite boréale extrême sur le continent nord-américain. Ces limites se trouvent dans la partie SE de l'état de San Luis Potosí, Mexique, sur les pentes inférieures orientales de la Sierra Madre Orientale. Vers ses limites boréales extrêmes la distribution de la forêt ombrophile devient discontinue et l'îlot le plus septentrional atteint la latitude 20° 58' N, étant situé à 350—600 m au dessus du niveau de la mer. Les types de végétation qui environnent la forêt ombrophile de San Luis Potosí sont: forêt tropicale décidue — vers le climat plus sec; forêt tempérée décidue avec *Liquidambar*, et chênaie — vers le climat plus froid.

2. On décrit brièvement les conditions écologiques générales de la forêt ombrophile à San Luis Potosí. Le relief est presque partout montagneux, formé par des massifs calcaires à topographie karstique; les grès et les schistes calcaires sont moins abondants. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 2000—2600 mm, avec une déficience de pluviosité de un à quatre mois. La température moyenne annuelle varie entre 20 et 24°C. La cote de 600—800 m, qui marque la limite altitudinale de l'aire de distribution de la forêt ombrophile à San Luis Potosí, coïncide apparemment avec les isothermes de 20°C (moyenne annuelle) et de 0°C (minimum absolu). D'après la classification de KÖPPEN le climat de la région doit être considéré comme limitrophe entre les catégories Amw et Cfw. On peut penser que les déficiences en humidité constituent probablement le facteur limitant principal qui interfère avec l'existence de la forêt ombrophile sur les régions situées plus au nord. L'aire étudiée a été densément habitée depuis des époques anciennes et, en conséquence, la végétation naturelle est presque entièrement modifiée ou détruite. On ne peut trouver qu'exceptionnellement des îlots d'une forêt primitive plus au moins bien conservée.

3. Les caractéristiques de la forêt étudiée coïncident assez bien avec celles définies par RICHARDS (1942) pour la forêt ombrophile, bien que ce type de végétation ne soit pas aussi exubérant qu'il ne l'est habituellement au voisinage de l'équateur, dans des conditions plus favorables d'humidité. La forêt atteint une hauteur de 30—40 m, composée par deux strates d'arbres, une arbustive, et une herbacée, cette dernière peu développée. Les espèces épiphytes et les lianes sont très abondantes. Dans presque toutes les localités où la forêt primitive est plus au moins bien conservée, on a pu distinguer seulement une espèce dominante: *Brosimum alicastrum*. Parmi les autres espèces arborescentes on trouve: *Celtis monoica*, *Bursera simaruba*, *Sideroxylon tempisque*, *Ficus* spp. Des forêts analogues de *Brosimum* sont connues de

plusieurs régions du versant atlantique du Mexique et elles semblent être caractéristiques du substrat calcaire.

4. A l'intérieur de l'aire étudiée, des forêts de *Quercus oleoides* existent dans les localités conditionnées par la nature particulière du sol (argiles rouges latéritiques). Leur structure et composition floristique sont intermédiaires entre celles de la forêt ombrophile et celle des chênaies typiques des parties hautes du Mexique et de l'Amérique Centrale. Les forêts de *Q. oleoides* sont connues d'autres localités du Mexique oriental, ou elles existent apparemment dans des conditions écologiques similaires.

5. La flore et la végétation de la région étudiée ont des rapports étroits et presque exclusifs avec celles du Sud-est du Mexique et de l'Amérique Centrale; leur affinité néotropicale trouve sa meilleure expression dans les nombreuses espèces dont l'aire de distribution s'étend à l'Amérique du Sud. On remarque d'ailleurs que les arbres les plus fréquents et caractéristiques de la forêt ombrophile de San Luis Potosí ne sont pas exclusifs de cette forêt, mais que leur aire s'étend sur la forêt tropicale décidue. D'autre part, le Sud-est de San Luis Potosí détermine la limite boréale, en Amérique continentale, de plusieurs genres qui apparemment ne dépassent pas les conditions climatiques de la forêt ombrophile. Divers genres d'arbres, fréquents dans le Sud-est du Mexique n'atteignent pas San Luis Potosí dans leur aire de distribution.

LITERATURA CITADA

- BEARD, J.S., 1944 — Climax vegetation in tropical America. *Ecology* 25: 127-158.
- BODENLOS, A.J. 1956, — Itinerario de la ruta Tamazunchale, S.L.P.-Zimapán, Hgo., in Guía de Excursiones A-14 y C-6, Congreso Geológico Internacional, XXa sesión, Mexico, D.F., pp. 119-152.
- BONET, F., 1956 — Itinerario de la ruta Taninul, S.L.P. - Tamazunchale, S.L.P., in Guía de Excursiones A-14 y C-6, Congreso Geológico Internacional, XXa sesión, México, D.F., pp. 93-117.
- BRAVO, H., 1956 — Algunas observaciones acerca de la vegetación de la región de Escárcega, Campeche, y zonas vecinas. *An. Inst. Biol. Méx.* 26: 283-301.
- BRAVO, H. & RAMÍREZ, D., 1952 — Observaciones florístico-ecológicas en la Mesa de San Diego y en su declive oriental hacia la cuenca del río Cazonés. *An. Inst. Biol. Méx.* 22: 397-434.
- BROCKMAN-JEROSCH, H., 1930 — Formationsklassen der Erde, in Rübel, E., Pflanzen-gesellschaften der Erde. Verlag H. Huber, Bern.
- CRONQUIST, A., 1946 — Studies in the Sapotaceae. II. Survey of the North American genera. *Lloydia* 9: 241-292.
- GATES, F. C., 1949 — Field manual of plant ecology. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 137 pp.
- GENTRY, H. S., 1946 — Sierra Tacuichamona - a Sinaloan plant locale. *Bull. Torrey Bot. Club* 73: 356-362.
- GÓMEZ POMPA, A., comunicación personal.
- HEIM, A., 1940 — The front ranges of the Sierra Madre Oriental, Mexico, from Ciudad Victoria to Tamazunchale. *Éclog. Geol. Helv.* 33: 313-360.
- HERNÁNDEZ CORZO, A., 1950 — Estudio geobotánico, agrícola y forestal de Yucatán, in Recursos Naturales de Yucatán. *Bol. Soc. Mex. Geogr. Estad.* 69: 161-201.
- HERNÁNDEZ XOLOCOTZI, E., 1953 — Zonas fitogeográficas del noreste de Mexico. *Mem. Congr. Cient. Mex.* 6: 357-361.
- KOEPPEL, W., 1948 — Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., 478 pp.
- LEOPOLD, A. S., 1950 — Vegetation zones of Mexico. *Ecology* 31: 507-518.
- LUNDELL, C. L., 1934 — Preliminary sketch of the phytogeography of the Yucatan Peninsula. *Carn. Inst. Wash. Publ.* 436: 253-321.

- LUNDELL, C. L., 1937a — Studies of Mexican and Central American plants. IV. *Field & Laboratory* 6: 9-16.
- LUNDELL, C.L., 1937b — The vegetation of Petén. *Carn. Inst. Wash. Publ.* 478: 1-207.
- LUNDELL, C.L., 1940 — The 1936 Michigan-Carnegie botanical expedition to British Honduras. *Carn. Inst. Wash. Publ.* 522: 1-57.
- MARTIN, P. S., 1958 — A biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farias region, Tamaulipas, Mexico. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich.* 101: 1-102.
- MIRANDA, F., 1947 — Estudios sobre la vegetación de Mexico. V. Rasgos de la vegetación de la cuenca del río de las Balsas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 8: 95-114.
- MIRANDA, F., 1952 — La vegetación de Chiapas, 1a parte, Ediciones del Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chis., 334 pp.
- MIRANDA, F., 1958 — Estudios acerca de la vegetación in Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, II parte, tomo 2º: 215-271.
- MIRANDA, F. y HERNÁNDEZ XOLOCOTZI, E., 1959 — Clasificación de los tipos de vegetación de México aplicable a los levantamientos forestales. Trabajo presentado en la Segunda Convención Nacional Forestal.
- MUIR, J. M., 1936 — Geology of the Tampico region, Mexico. Amer. Assoc. Petr. Geol., Tulsa, Okla., 280 pp.
- MULLER, C.H., 1942 — The Central American species of *Quercus*. *U. S. Dept. Agric. Misc. Publ.* 477: 1-216.
- RICHARDS, P. W., 1952 — The tropical rain forest, an ecological study. Cambridge University Press, 450 pp.
- SMITH, A. C. & JOHNSTON, I. M. 1945 — A phytogeographical sketch of Latin America in *Plants and plant science in Latin America*. The Chronica Botanica Co., pp. 11-18.

**PROMEDIOS DE ALGUNAS OBSERVACIONES METEOROLOGICAS DE LA ESTACION
DE TAMAZUNCHALE, S.L.P.**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	anual
Temperatura media	18.6	19.7	22.1	25.1	27.2	27.2	26.8	27.9	26.0	24.4	20.9	19.3	23.8
Promedio de temperaturas máximas	23.5	24.5	27.7	31.4	32.1	31.9	31.5	33.3	29.9	28.2	26.5	24.5	28.7
Temperaturas máximas absolutas	31.5	34.0	41.0	40.0	40.3	38.0	38.0	37.0	37.0	36.0	38.0	30.0	41.0
Promedio de temperaturas mínimas	13.9	14.4	16.5	20.1	22.7	23.0	22.2	22.6	22.1	19.8	16.2	14.2	19.0
Temperaturas mínimas absolutas	2.0	6.5	7.0	11.0	17.0	19.0	18.0	20.0	14.0	12.0	2.0	6.0	2.0
Precipitación en mm	53	32	42	55	235	268	321	172	637	293	83	45	2146
Días con lluvia apreciable	7	6	7	8	9	10	12	8	15	8	7	5	102

PROMEDIOS DE ALGUNAS OBSERVACIONES METEOROLOGICAS DE LA ESTACION DE XILITLA, S.L.P.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	anual
Temperatura media	15.6	17.6	19.5	22.5	23.5	24.2	23.9	24.0	23.1	21.4	18.3	16.4	20.9
Promedio de temperaturas máximas	19.3	21.2	24.5	26.7	29.3	28.3	28.2	28.7	26.8	25.1	21.9	19.6	25.0
Temperaturas máximas absolutas	29.0	30.5	38.0	40.0	36.0	39.0	32.0	34.0	32.0	31.0	30.0	29.0	40.0
Promedio de temperaturas mínimas	11.2	13.3	15.7	18.2	20.2	20.6	19.9	19.9	19.5	19.7	14.2	11.8	17.0
Temperaturas mínimas absolutas	3.5	1.0	3.0	8.0	12.0	13.0	13.0	14.0	14.0	8.0	6.0	4.0	1.0
Precipitación en mm	66	56	71	64	113	345	358	321	744	263	100	37	2538
Días con lluvia apreciable	7	7	6	5	5	15	14	11	17	11	8	5	111

PROMEDIOS DE ALGUNAS OBSERVACIONES METEOROLOGICAS DE LA ESTACION DE AGUA BUENA S.L.P.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	anual
Temperatura media	17.3	20.0	21.8	26.0	27.9	28.0	26.7	27.1	26.5	23.9	19.6	17.6	23.5
Promedio de temperaturas máximas	23.6	27.2	31.5	36.2	35.0	33.5	32.0	33.9	33.6	29.0	23.1	20.5	29.9
Temperaturas máximas absolutas	37.0	40.0	45.0	45.5	46.0	43.0	38.0	39.0	39.0	35.0	34.0	33.0	46.0
Promedio de temperaturas mínimas	10.8	11.7	14.6	19.0	21.4	21.0	20.7	20.2	20.5	18.1	14.4	11.9	17.0
Temperaturas mínimas absolutas	0.5	5.0	2.0	9.0	13.0	18.0	19.0	17.0	15.0	10.0	5.0	1.0	0.5
Precipitación en mm	58	43	23	22	125	240	471	257	445	217	88	37	2026
Días con lluvia apreciable	8	6	6	4	11	14	23	13	16	18	14	8	141