

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

VEGETACION DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSI



BIOLOGIA

TESIS

que como uno de los requisitos para optar
al grado de Doctor en Biología presenta

JERZY RZEDOWSKI

México, D.F., 1961



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE DE MATERIAS

	pág.
I. INTRODUCCION	1
A. Antecedentes y objeto del trabajo	1
B. Breve reseña histórica de la exploración botánica del Estado	2
C. Procedimientos y materiales	7
D. Agradecimientos	7
II. DATOS FISIOGRAFICOS	10
A. Situación	10
B. Geología	10
a) Geología histórica	11
b) Litología superficial	13
C. Morfología	16
a) Planicie Costera Nor-Oriental	16
b) Sierra Madre Oriental	17
c) Altiplanicie de México	19
D. Hidrografía	25
III. CLIMA	30
A. Rasgos generales y relaciones causales	30
B. Precipitación	34
C. Temperatura	38
D. Viento	40
IV. SUELOS	42
A. Consideraciones generales	42
B. Suelos de las regiones áridas	45
C. Suelos de las regiones húmedas	48
V. ACTIVIDADES HUMANAS	51
A. Resumen geográfico-histórico	51
B. Agricultura	52

	pág.
C. Ganadería	55
D. Aprovechamiento de especies silvestres	57
E. Habitaciones y caminos	60
F. Incendios	63
VI. SINTESIS DE DATOS ECOLOGICOS GENERALES Y EVALUACION DE SUS RELACIONES CON LA VEGETACION	65
A. Resumen de los factores ecológicos sobresalientes	65
B. Evaluación de los factores determinantes de la vegetación	67
VII. COMPOSICION FLORISTICA	73
A. Afinidades de la flora y regiones florísticas	73
B. Factores históricos de la distribución geográfica	89
VIII. FISONOMIA DE LA VEGETACION	96
A. Rasgos fisonómicos generales y sus correlaciones con algu- nos factores del medio	96
B. Formas biológicas	100
IX. TIPOS DE VEGETACION	102
A. Consideraciones generales	102
B. Nomenclatura empleada y equivalencias con términos usados por otros autores	105
C. Descripciones	106
a) Bosque tropical perennifolio	106
b) Bosque tropical deciduo	113
c) Bosque espinoso	121
d) Matorral submontano	127
e) Mezquital extradesértico	134
f) Matorral desértico micrófilo	140
g) Matorral desértico rosetófilo	150
h) Matorral crasicaule	156
i) Zacatal	163
j) Encinar arbustivo	172
k) Piñonar	179
l) Encinar y pinar	183
m) Bosque deciduo templado	195
X. ALGUNAS RELACIONES GEOGRAFICAS Y ECOLOGICAS DE LOS TIPOS DE VEGETACION	201
LITERATURA CITADA	210

I. INTRODUCCION

A. Antecedentes y objeto del trabajo

En el año de 1954 el autor fué invitado por las autoridades de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí a realizar un estudio sobre la vegetación y la flora del Estado del mismo nombre, y en especial de sus partes áridas. Tal estudio iba a ser el primero dentro del programa de una serie de investigaciones que planeaba la Universidad, encaminadas a promover un mejor conocimiento y aprovechamiento de los recursos naturales del Estado. Con la iniciación de este trabajo nació una dependencia nueva de la Universidad: el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas.

La realización del estudio se ha estado llevando a cabo con intensidad variable hasta 1960, año en el cual se creyó conveniente resumir los resultados hasta esa fecha obtenidos en cuanto al conocimiento de la vegetación natural, mismos que se presentan a continuación.

Hasta 1959 el financiamiento de los trabajos corrió a cargo de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, y en parte a cargo de la Universidad Nacional Autónoma de México. Desde fines de 1959 la mayor parte de los gastos fué cubierta por el Colegio de Post-Graduados de la Escuela Nacional de Agricultura, de Chapingo, Méx., y en parte por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Un estudio concienzudo de la vegetación implica necesariamente un análisis de los factores del medio ambiente, en especial de los fisiográficos, de los climáticos y de los edáficos. Al profundizar ligeramente en estos aspectos se han encontrado numerosos datos interesantes que en apariencia no habían sido descritos en la literatura científica, por lo cual se ha considerado pertinente extenderse un poco más de lo previsto en algunos de estos tópicos.

La unidad administrativa incluye porciones de regiones con rasgos morfológicos, geológicos, climáticos, etnológicos y de vegetación muy diversos. La realización de estudios de un conjunto tan heterogéneo, en donde se precisa abarcar entidades ecológicas de índole muy desemejante, reviste el inconveniente de no poder dispensar a cada una de ellas la atención necesaria para una investigación detallada. Tal deficiencia se encuentra quizás parcialmente compensada por las ventajas que ofrece la posibilidad de aplicar un enfoque comparativo.

B. Breve reseña histórica de la exploración botánica del Estado

Aunque existen indicios de que el Protomédico del Rey de España, primer explorador científico de la flora de México, Francisco Hernández, llegó en uno de sus viajes hasta el territorio de San Luis Potosí, no hay seguridad de que esto haya ocurrido. De acuerdo con Somolinos d'Ardois (1951: 464), Hernández estuvo en Huejutla, Hidalgo, (a 20 km de los límites del Estado) alrededor del año 1575, y algunas de las plantas descritas por este último llevan la localidad de Tamoin y Tamui. Se sospecha, sin embargo, que puede tratarse de ejemplares traídos de Tamuín, San Luis Potosí, a Hernández por otras personas, sin que el mismo hubiera visitado la población.

Mociño y Sessé, al igual que Humboldt y Bonpland, no parecen

haber tocado los límites de San Luis, y la primera noticia fidedigna que se tiene de la visita de un botánico (naturalista) data ya de la época de la Independencia y es la relativa a J. Luis Berlandier, quien atravesó el Estado de sur a norte (de Villa de Reyes a Salado) en su viaje hacia Texas en 1827. En un libro publicado posteriormente (Berlandier y Chovel, 1850) relata Berlandier las impresiones de este viaje, incluyendo datos sobre la vegetación.

En 1837 estuvo en San Luis Potosí Henri Galeotti, quien hizo pequeñas colecciones cerca de la capital del Estado (fide Hemsley, 1886-1888: 126). En el mismo año colectó también Theodor Hartweg, quien según León (1895: 352) llegó hasta Ciudad del Maíz. Carl August Ehrenberg, colector botánico, principalmente de Cactáceas, visitó San Luis Potosí en 1838. En 1848 o 1849 pasó por el Estado, junto con el ejército norteamericano Josiah Gregg, quien colectó algunos ejemplares cerca de la capital. El geólogo Virlet d'Aoust visitó San Luis Potosí en los tiempos de la intervención francesa (1865-1866). Exploró diversas zonas del Estado, incluyendo los alrededores de Ciudad del Maíz, Guadalcázar, Rioverde, colectando numerosos ejemplares de plantas, que fueron estudiados por Fournier en París.

Gregorio Barroeta, médico potosino, fué profesor de ciencias naturales en el Instituto Científico y Literario del Estado (hoy Universidad Autónoma de San Luis Potosí). Debe haber formado una colección de plantas, pues en el Herbario Nacional de la ciudad de México existen algunos ejemplares colectados por él en 1876 (G.C. de Rzedowski, 1957: 4).

Wilhelm (José Guillermo) Schaffner, médico que radicó en la capital del Estado entre los años 1876 y 1882, colectó cerca de 1000 números en lugares más o menos cercanos a la ciudad (Rzedowski, 1959b). Estos ejemplares tuvieron amplia distribución en los herbarios más importantes del mundo; han sido estudiados principalmente por A. Gray y S. Watson. Schaffner publicó el "Ca

lendario botánico del Valle de San Luis Potosí" (1877).

El colector Ernest Palmer visitó San Luis Potosí por lo menos en cuatro ocasiones (McVaugh, 1956). En la primera - en 1878 - se limitó, al parecer a los alrededores de la capital del Estado; los ejemplares botánicos de ese año llevan las etiquetas con los nombres de C.C. Parry y E. Palmer, aunque según McVaugh (op. cit.: 77-78) los dos colectores nunca estuvieron juntos en San Luis, pues cada uno de ellos exploró en época diferente. Palmer volvió en 1879, 1902, 1904 y 1905, pasó por Rio verde y por varias localidades a lo largo de la vía del ferrocarril a Tampico, y en una ocasión llegó a Ciudad del Maíz, de donde visitó extensas zonas de la Sierra Madre Oriental.

En 1891 atravesó el Estado de oeste a este el botánico Paul Maury, por encargo de la Comisión Geográfico-Exploradora de México, habiendo colectado numerosos ejemplares de plantas.

El arqueólogo Edmond Seler visitó San Luis Potosí en dos o quizás más ocasiones. En 1888 exploró la Huasteca y en 1905 parece haber viajado por ferrocarril, pues colectó plantas en Venado y en Maroma.

Los naturalistas Alfredo Duges y Manuel M. Villada estuvieron en Guadalcázar en 1883 y 1892, respectivamente, donde realizaron algunas colecciones.

Cyrus G. Pringle recorrió el Estado de San Luis Potosí a lo largo de las vías de ferrocarril (a Tampico, a Saltillo y a Aguascalientes) en numerosas ocasiones y colectó varios centenares de ejemplares que tuvieron amplísima distribución en casi todo el mundo. Pringle es conocido como uno de los mejores colectores botánicos de todos los tiempos. En San Luis estuvo en los años 1890, 1891, 1893, 1904. Publicó notas acerca de la vegetación de las zonas visitadas en la revista "Garden & Forest", algunas de las cuales fueron reproducidas por Davis (1936: 257-269).

Fernando Altamirano, director del Instituto Médico Nacional,

realizó un viaje por ferrocarril a través de San Luis Potosí en 1895 y relata sus impresiones botánicas en un artículo (1895).

Edward W. Nelson y Edward A. Goldman, colectores zoológicos y botánicos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, también visitaron varias veces el Estado, en 1892, 1896, 1898, recorriendo gran parte de él. Goldman publicó sus notas de campo en un libro recientemente editado (1951).

El botánico Joseph N. Rose realizó muchos viajes en México y por lo menos en dos de ellos (en 1899 y 1906) debe haber recorrido San Luis Potosí.

En 1903, 1907 y 1910 colectó en diferentes partes de San Luis C.R. Orcutt.

El conocido colector botánico C.A. Purpus parece haber permanecido en el Estado durante los años 1910 y 1911. Su principal centro de actividades se localizó en los alrededores de Villa Juárez (La Carbonera), pero colectó también en muchas otras localidades del sur de la entidad.

El farmacéutico potosino, Isidro Palacios, enseñó botánica durante muchos años en la Universidad del Estado. Publicó un trabajo relativa a su flora y vegetación (1927) y dejó incompleta (¿en pruebas de imprenta?) una obra que contenía una lista florística de más de 2000 especies del Estado. Del texto de esta última se deduce que Palacios debe haber colectado principalmente en la Sierra de Alvarez y que muchos de sus ejemplares los identificó Conzatti.

Indicios no confirmados parecen denotar que las siguientes personas también exploraron aspectos botánicos en San Luis Potosí antes de 1925: E. Bourgeau, F. Deppe, F. Eschauzier, D. Griffiths, F. Karwinski, F.M. Liebmann, A.S. Oersted, N. Poselger, C. Reiche, W.E. Safford, F. Salazar, C.J.W. Schiede.

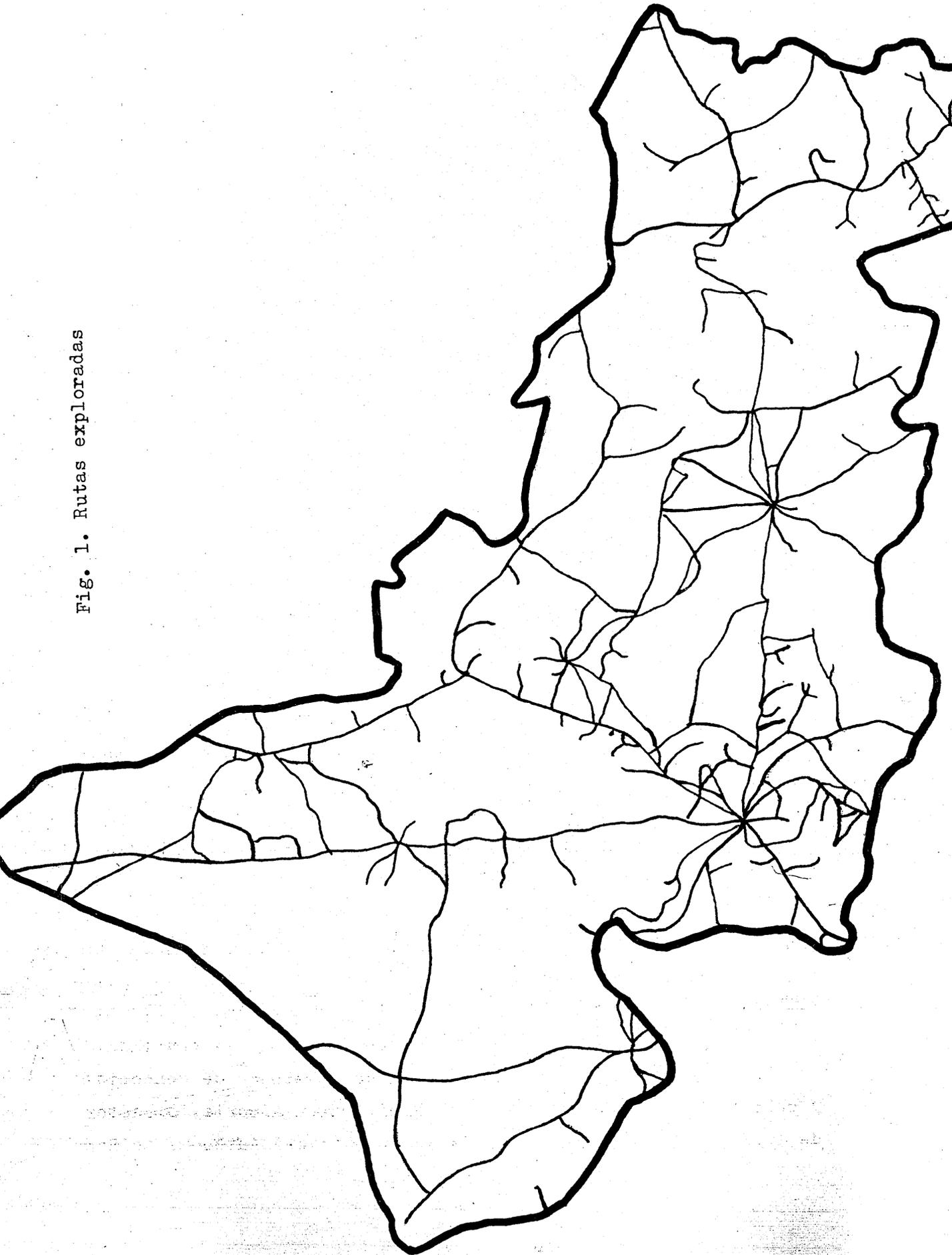
En los últimos 35 años han sido numerosos los botánicos que han visitado San Luis Potosí y los nombres que se enumeran a continuación no pretenden formar una lista completa:

G. Aguirre Benavides, E.F. Anderson, R. Bacigalupi, F.A. Barkley, N.H. Boke, J. Bonner, H. Bravo H., S.M. Bukasov, M.C. Carlson, V.H. Chase, C. Conzatti, E.B. Copeland, A. Cronquist, H. Crum, C. Díaz, R.L. Dressler, M.T. Edwards, O.S. Fearing, G.L. Fisher, S. Fuentes, H.E. Gates, D. Gold, A. Gómez, V. González, J.D. Graham, V. Grant, G. Guzmán Huerta, E. Hernández X., T. Herrera, G.B. Hinton, A.S. Hitchcock, C.L. Hitchcock, I.M. Johnston, M.C. Johnston, S.V. Juzepchuk, L.A. Kenoyer, I.K. Langman, W.C. Leavenworth, C.L. Lundell, X. Madrigal, P. Martin, M. Martínez, E. Matuda, E. Mayer, R. McVaugh, F. Medellín Leal, J. Meyrán, J. Mickel, F. Miranda, H.E. Moore, Jr., R. Moran, J. Morello, C.H. Muller, O. Nagel, G.B. Ownbey, L. Paray, J.B. Paxson, F.W. Pennell, B.P. Reko, A. Rivera, A.N. Robinson, F. Rodríguez, P. Rojas Mendoza, R.C. Rollins, E.C. Rost, C.M. Rowell, Jr., G.C. de Rzedowski, H. Sánchez, H. Sánchez Mejorada, A.J. Sharp, F. Shreve, E.R. Sohns, O.T. Solbrig, L.R. Stanford, R. Straw, G. Stresser-Péan, F. Takaki, A.M. Torres, R. Tryon, J. Valdés, J.N. Weaver, S.S. White, A.F. Whiting.

De estas últimas personas las siguientes publicaron datos escritos referentes a la vegetación del Estado.

Lundell (1937) habla someramente de los bosques encontrados en los alrededores de Tamazunchale. Shreve (1942a, 1942b) se refiere brevemente a algunos aspectos de las zonas áridas. Hernández Xolocotzi (1953) incluye el Estado dentro del mapa de zonas fitogeográficas del Nor-este de México. G.C. de Rzedowski (op. cit.) describe la vegetación del Valle de San Luis Potosí, y en colaboración con el autor (Rzedowski y Rzedowski, 1957a) la vegetación a lo largo de la carretera San Luis Potosí - Rioverde. Matuda y Gold (1956), Meyrán y Sánchez Mejorada (1957) y Bravo (1959), al referirse a las Cactáceas observadas, contribuyen al conocimiento de la vegetación de varias zonas del Estado. Valdés (1958) precisa datos acerca de la vegetación de localidades cercanas a las carreteras de San Luis a Ciudad del Maíz, Salti-

Fig. 1. Rutas exploradas



llo y Lagos de Moreno.

El autor del presente trabajo, durante su estancia en San Luis Potosí, escribió varios artículos relativos a problemas botánicos locales (Rzedowski, 1955a, 1955b, 1956, 1957a, 1957b, 1959a, 1959b; Rzedowski y Rzedowski, 1957a, 1957b; 2 en prensa).

C. Procedimientos y materiales

La base de la realización de este trabajo consistió en exploraciones llevadas a cabo a lo largo de las rutas señaladas en la fig. 1. En puntos representativos se levantaron inventarios de vegetación y de medio ambiente, en otros lugares se tomaron notas relativas a las observaciones efectuadas. Se colectaron 8250 números de plantas, que en su gran mayoría están depositadas en el herbario de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Se colectaron y enviaron para su análisis 130 muestras de suelo. Se hizo uso amplio pero no indiscriminado de informaciones verbales obtenidas de numerosos habitantes y de otras personas.

Para el desarrollo de las exploraciones, lamentablemente, no se pudo disponer de fotografías aéreas del área estudiada, salvo las de dos pequeñas zonas, que pudieron consultarse gracias a la amabilidad de la Srta. Rita López de Llergo, Directora del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

D. Agradecimientos

La realización del presente estudio no hubiera sido factible sin el apoyo, la colaboración y la asistencia, obtenidos de numerosas personas e instituciones. No será posible mencionarlas todas en este sitio, pero no por ello desmerece su significación. Se les agradece la ayuda dispensada de la manera más cumplida.

Es un deber reconocer que la idea del trabajo fué concebida y su realización impulsada por el Prof. Ramón Alcorta, Director de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de San

Luis Potosí, y por el finado Dr. Manuel Nava, Jr., antiguo Rector de la misma. Un reconocimiento particular se debe a esta última persona, poseedora de una visión clara y brillante del papel y del sitio que le corresponde a una Universidad dentro de la sociedad moderna, quien no escatimó esfuerzos para estimular y lograr la realización de las investigaciones, no obstante las precarias condiciones económicas de la mencionada Casa de Estudios. Cabe reconocer asimismo el franco apoyo moral y financiero obtenido de parte del actual Rector de la Universidad, Dr. Jesús N. Noyola, y del Director del Colegio de Post-Graduados de la Escuela Nacional de Agricultura, Dr. Gabriel Baldovinos.

Se agradece al Dr. Faustino Miranda el haber aceptado fungir como Consejero en el desarrollo del este estudio, así como las numerosas indicaciones, sugerencias y correcciones recibidas. El Dr. Federico Bonet y el Prof. Nicolás Aguilera tuvieron la atención de leer los capítulos II y IV, respectivamente, y se les agradecen sus opiniones críticas. Queda entendido, sin embargo, que lo expresado en el texto cae bajo la responsabilidad del autor, salvo los lugares en que se indique lo contrario.

Se debe un reconocimiento particular a la Biol. Graciela C. de Rzedowski, quien acompañó en muchas ocasiones al autor en las exploraciones en el campo y colaboró en la identificación del material de herbario. Su ánimo, su estímulo y su espíritu de comprensión han sido factores decisivos en diversas fases del desarrollo del trabajo. A su mano se debe, además, la confección de una gran parte del material gráfico anexo.

Se dan las gracias al Servicio Meteorológico Mexicano por haber permitido la consulta y la utilización de datos meteorológicos, así como a los Laboratorios de Análisis de Suelos de la Secretaría de Agricultura y Ganadería y de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por la realización de análisis de numerosas muestras de tierras. Se agradece al Dr. Cornelius H.

Muller la identificación de la mayor parte de los ejemplares del género Quercus.

Una mención especial merecen igualmente los ayudantes de laboratorio Sres. Agustín Rivera, Armando Rivera, Nicolás Vázquez y Roberto Hernández Segura, quienes colaboraron entusiastamente durante largos períodos en las labores de campo y de gabinete.

II. DATOS FISIOGRAFICOS

A. Situación

El Estado de San Luis Potosí se localiza en la porción central del territorio de la República Mexicana, entre los 21°11' y los 24°24' de latitud norte y entre los 98°23' y los 102°13' al oeste de Greenwich. Su parte septentrional está atravesada por el Trópico de Cáncer. No tiene contacto con el mar, aunque su extremo oriental se encuentra a 57 km de la costa del Golfo de México.

Su superficie es de 63.241 km², distribuidos de manera que la forma general del área se asemeja un poco a la de una "L" mayúscula. Los límites del Estado, además, presentan mucha irregularidad en sus detalles; su longitud total es de más de 1500 km.

B. Geología

La geología del Estado de San Luis Potosí es aún poco conocida en detalle, excepción hecha de la porción sur-oriental, donde la existencia de importantes yacimientos petrolíferos ha favorecido la realización de numerosas investigaciones, entre las cuales las de Böse (1906), Muir (1936), Heim (1940), Bonet (1953, 1956a, 1956b), Bodenlos (1956a, 1956b) encierran datos particularmente útiles para el presente trabajo. La mencionada zona se encuentra al este de Cárdenas y de Ciudad del Maíz. En

el resto del Estado sólo se conocen en forma más o menos precisa las condiciones geológicas de áreas cercanas a la capital y a algunos centros mineros de importancia (Finlay, 1903; Wittich, 1920; Baker, 1922; Wittich y Ragotzy, 1922; Waitz, 1926; González Reyna y White, 1947; Fries y Schmitter, 1948).

Además de los arriba mencionados se obtuvo información valiosa de los siguientes trabajos: Paredes (1909), Burckhardt (1930), Schuchert (1935), Gálvez, Hernández y Blásquez (1941), Mullerried (1941, 1944-1946), Hernández Sánchez Mejorada (1956).

Para los fines de este estudio las fases más importantes del conocimiento geológico son las relativas a la geología histórica y a la litología superficial, que se discuten brevemente a continuación. Algunos aspectos relacionados con estos mismos tópicos se discuten también en los incisos correspondientes a la geomorfología y a la hidrografía.

a) Geología histórica

Son limitados aún los datos exactos que permiten interpretar la evolución geológica y la paleogeografía de México, particularmente en cuanto toca al Paleozoico y al Cenozoico continental.

La escasez de rocas anteriores al Paleozoico Superior no permite sacar conclusiones definitivas acerca de lo que sucedió en esas épocas, pero es probable que hubo largos períodos de emergencia, al menos en el Silúrico y en el Devónico. El Carbonífero se caracterizó por una lenta transgresión con aparición de mares someros. La mayor parte del Estado de San Luis Potosí permaneció aparentemente bajo las aguas también durante el Pérmico, aunque en ese período hubo mucha tierra emergida en México y probablemente existía comunicación continental con regiones situadas al SE del país.

En el Trías hubo cortas invasiones marinas, pero se cree que en general fué un período de regresión, en el cual la erosión

fué muy activa. En el Jurásico Superior la mayor parte de México estaba sumergida, especialmente su mitad oriental y un mar unía el Atlántico con el Pacífico a la altura de la Cuenca del Balsas. Todo el territorio de San Luis Potosí permaneció bajo las aguas hasta fines del Cretácico, cuando el mar se retiró hasta cerca de la base actual de la Sierra Madre Oriental.

En el transcurso del Terciario se establecen e interrumpen repetidas veces las comunicaciones terrestres entre México, las Antillas y Sudamérica. La Planicie Costera del Golfo sufre leves transgresiones y regresiones; al principio del mencionado período se pliega en forma definitiva la Sierra Madre Oriental y probablemente otras sierras calizas. Las tierras situadas al poniente de la primera están constantemente emergidas, con lo cual se realiza un largo ciclo erosivo y de sedimentación fluvio-lacustre, que sólo se interrumpe por la intensa actividad volcánica en el Mioceno y Plioceno, cuando grandes erupciones de lavas y tobas riolíticas asumen importante papel en el SW del Estado. Durante todo el Terciario y Cuaternario existe en forma ininterrumpida una amplia comunicación terrestre con regiones situadas al norte de México.

Aunque en forma alternativa, el clima árido prevalecía durante largos períodos en la región del Altiplano, lo que favoreció la acumulación de grandes cantidades de depósitos aluviales, rellenando las depresiones y formando grandes abanicos aluviales al pie de las sierras. Muchas de las depresiones funcionaron como lagos o lagunas en períodos climáticos más húmedos del Cuaternario. Las condiciones de temperatura también sufrieron variaciones, algunas de ellas quizás en relación con el avance y el retroceso de los hielos, ocurridos más al norte.

Variaciones muy notables tienen que haber sucedido en relación con el levantamiento del Altiplano al nivel actual. Schuchert (op. cit.: 133), siguiendo a Thayer, cree que este movimiento epirogénico principal se verificó en tiempos relativamen-

te muy recientes (Plioceno - Pleistoceno), aunque no todas las pruebas geológicas modernas parecen confirmar este punto de vista.

b) Litología superficial

Rocas sedimentarias son incuestionablemente las que con mayor frecuencia afloran sobre el territorio de San Luis Potosí; entre ellas destacan por su extensión las calizas y los aluviones. Las rocas ígneas son escasas en el este del Estado, pero su abundancia aumenta al avanzar hacia el poniente, hasta el grado de constituir el material superficial de casi todas las elevaciones montañosas en la zona situada al SW de la línea oblicua S-S' de la fig. 2. Esta línea no es sino un fragmento de una más larga que divide todo el norte de México en una zona oriental con predominancia de rocas sedimentarias marinas y otra occidental, en que la actividad ígnea ha sido muy intensa y donde las rocas de este origen dominan ampliamente en la superficie, al menos en las sierras.

Las calizas afloran en la mayor parte de las montañas de San Luis Potosí y sólo faltan en el extremo sur-oeste. En su mayoría son del Cretácico Superior y Medio, menos frecuentemente del Cretácico Inferior y a veces del Jurásico Superior. Suelen presentarse en forma de estratos delgados o gruesos, con frecuencia están plegadas y no son raros los echados casi verticales. Generalmente son de color gris-azulado claro, pero en ocasiones se observan negras, gris, oscuras, amarillas, rosadas, blancas, etc. Pueden presentar intercalaciones o incrustaciones más o menos abundantes de pedernal negro. Como es sabido, son rocas bastante resistentes al intemperismo mecánico, pero bajo la acción del agua y de otros agentes químicos se disuelven y se erosionan fácilmente. Esta erosión casi nunca es uniforme, por lo cual rápidamente se forman grietas y oquedades a las que se debe el carác

ter permeable de las calizas.

Acompañando las calizas, en el Altiplano, se encuentran con frecuencia estratos de areniscas, lutitas y margas, pero es más al oriente donde estas rocas alcanzan mayor extensión.

Gruesas capas de areniscas calcáreas y de lutitas (facies flysch) del Paleoceno y Eoceno Inferior forman el gran macizo montañoso situado al pie de la Sierra Madre Oriental en la zona entre Tancanhuitz y San Martín. Las primeras son de color gris claro y la coloración de las segundas varía entre amarillento y grisáceo.

Margas del Paleoceno cubren la parte oriental de la zona de la Planicie Costera de San Luis Potosí. Un poco más al oeste dominan margas del Cretácico Superior, que pasan a cubrir los fondos de los valles sinclinales de las primeras estribaciones orientales de la Sierra Madre, y las mismas reaparecen en los declives occidentales de la mencionada Sierra, en la zona de Cárdenas, Ciudad del Maíz, etc. Son generalmente de color amarillento-verdoso; se erosionan con mucha facilidad por acción de las lluvias torrenciales y del escurrimiento, pero como la arenisca y la lutita son poco permeables.

Estratos más o menos gruesos de yeso cristalino se intercalan en ocasiones entre los bancos de caliza.

Aluviones de diferentes tipos existen sobre toda clase de rocas, cubriendo partes de la superficie; en las depresiones y llanuras áridas del Altiplano alcanzan enormes extensiones y espesores. Su composición y textura varían en relación con la roca de que provienen, con la situación topográfica del lugar del depósito, con el clima y con otros factores.

Gravas, arenas y arcillas recientes, de color grisáceo o castaño-rojizo, afloran en la mayor parte de los valles y llanuras del Altiplano, aunque a mayor o menor profundidad adquieren con frecuencia la forma de conglomerados, a veces cementados por una matriz calichosa. En las porciones mal drenadas a menu-

do predominan las arcillas impregnadas de sales, que datan en algunos lugares tal vez del Pleistoceno; son particularmente notables a este respecto las regiones de Cedral - Matehuala y de Rio verde - Villa Juárez - Tablas, donde abundan NaCl , MgSO_4 , CaCO_3 , CaSO_4 ; el carbonato de calcio a veces en forma de travertino.

Conglomerados y brechas cementadas forman numerosas lomas y cerros al pie de diversas sierras. En su composición entran diversos tipos de roca, pero preferentemente trozos de caliza. Gálvez, Hernández y Blásquez (op. cit.: 45-46) les asignan edad pliocénica.

Las zonas mal drenadas en la Planicie Costera y en la Sierra Madre generalmente presentan aluviones arcillosos negros o casi negros. En el valle inferior del río Moctezuma y de algunos de sus afluentes se encuentran en las partes planas depósitos gruesos de arcillas rojas, que representan probablemente el material residual de la decalcificación de las rocas de la Sierra.

Entre las rocas ígneas presentes dominan las efusivas y entre ellas las riolitas. Estas, frecuentemente acompañadas de sus correspondientes tobas, forman casi la totalidad de las elevaciones en las regiones de Santa María del Río, San Luis Potosí, Villa de Arriaga, Mezquitic y Aqualulco, y se presentan también en forma más o menos esporádica en otras partes del Estado, con excepción de la Sierra Madre y de la Planicie Costera. Son de edad plio-miocénica. Su color es casi siempre rojizo, aunque las tonalidades varían entre claras y oscuras. Esta roca es impermeable, pero relativamente poco resistente a la acción de agentes mecánicos del intemperismo.

Los basaltos se encuentran en muchas localidades dentro del territorio del Estado de San Luis Potosí, aunque rara vez cubren extensiones importantes. Existen en lugares aislados de la Planicie Costera; en la Sierra Madre no son raras las corrientes basálticas, generalmente pequeñas y angostas, que han descendido a lo largo de los sistemas de drenaje. Corrientes de mayor tamaño

existen cerca de Lagunillas, Rayón, Ciudad del Maíz, San Ciro, Armadillo, Villa Hidalgo, San Nicolás Tolentino. Afloran también en los alrededores de Cerritos, Villa de Guadalupe, Cedral, Motezuma, Villa de Reyes, Ramos, y en muchos otros sitios, en forma de corrientes de poca extensión o cerritos aislados. Su edad es terciaria y cuaternaria. Son rocas resistentes a la erosión y generalmente poco permeables.

No son frecuentes las andesitas; algunos afloramientos se localizan en el municipio de Charcas.

De las rocas intrusivas, la más importante parece ser el granito que forma el Cerro del Peñón Blanco, situado al sur de Salinas, y el Cerro Grande, cerca de Guadalcázar.

Esquistos verdes y algunas otras rocas metamórficas afloran en pequeñas áreas de la región de Catorce.

C. Morfología

El territorio del Estado incluye zonas pertenecientes a diversas unidades geomorfológicas, que de acuerdo con el criterio y la nomenclatura de Tamayo (1949, I: 345-427) serían las siguientes:

Planicie Costera Nor-Oriental

Sierra Madre Oriental

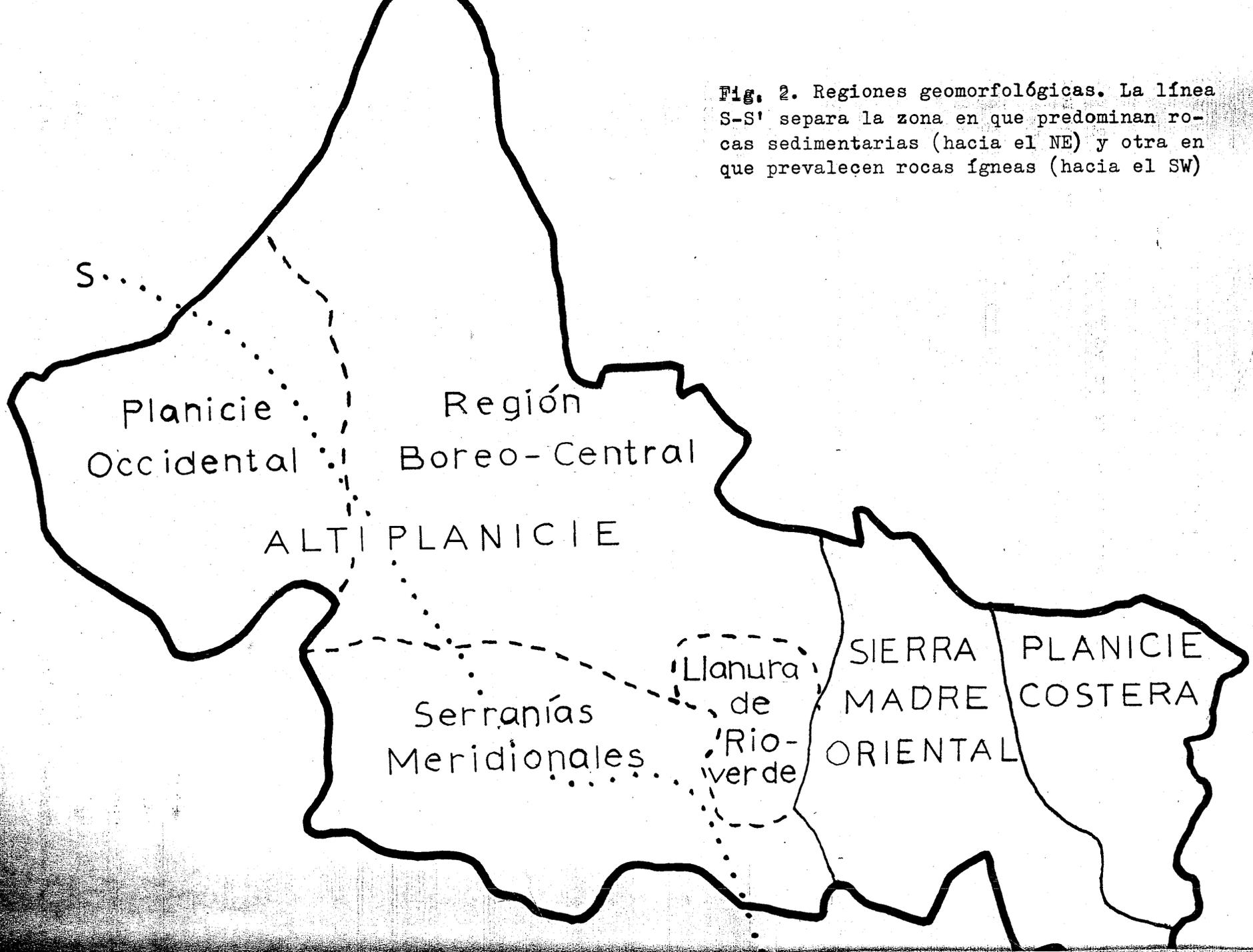
Altiplanicie Meridional

Altiplanicie Septentrional

a) La Planicie Costera Nor-Oriental abarca una extensa zona de Tamaulipas y norte de Veracruz, y se continua hacia el norte con las llanuras del SE de los Estados Unidos. La Planicie propiamente dicha comprende sólo una pequeña parte del extremo oriental del Estado; es la región situada al este de Tamuín y al norte de San Martín.

Se presenta en forma de una superficie levemente ondulada,

Fig. 2. Regiones geomorfológicas. La línea S-S' separa la zona en que predominan rocas sedimentarias (hacia el NE) y otra en que prevalecen rocas ígneas (hacia el SW)



inclinada generalmente hacia el este, con drenaje deficiente en muchos sitios. Las margas y las areniscas del Cretácico Superior y del Paleoceno constituyen la roca madre predominante. Algunos cerros aislados de contornos cónicos son de naturaleza basáltica intrusiva o extrusiva; Böse (op. cit.: 15) cree que estas formas pueden deberse a la erosión.

Al poniente de dicha zona existe una franja de transición entre la Planicie y la Sierra Madre Oriental; esta franja es más ancha hacia el norte que hacia el sur, donde el declive de la Sierra se hace más abrupto. Está formada en la parte norte por varios macizos montañosos longitudinales, alineados en dirección N-S o NNW-SSE, y por valles intermontanos sinclinales, orientados en el mismo sentido. Las sierras están constituidas por calizas cretácicas, y este sistema orográfico determina el curso general de las corrientes de agua, que es del norte al sur o del sur al norte, hasta los sitios de las "abras", donde los ríos y los arroyos atraviesan las sierras en el sentido W-E. En la parte sur hay un solo macizo longitudinal, pero más ancho y formado por areniscas y lutitas, cuyas formas de erosión son suaves y redondeadas. Es el elemento tectónico conocido como la Antefosa de Chicontepec.

b) La zona correspondiente a la Sierra Madre Oriental está situada al poniente de la Planicie Costera, forma una franja alargada en dirección NNW-SSE, de unos 60 a 80 km de ancho, separando la Planicie Costera del Altiplano. Su declive hacia la primera es pronunciado, de manera que hacia el este da la apariencia de una cordillera imponente. En cambio su desnivel hacia el Altiplano es relativamente reducido (\pm 400 m), por lo cual muchos autores niegan su existencia como tal y la consideran simplemente como un escalón entre la Planicie Costera y el Altiplano.

Su altitud alcanza casi 3000 m en la región de Xilitla, pero en muchos sitios es posible atravesarla sin necesidad de su

bir a alturas superiores de 1350 m sobre el nivel del mar. Fuera de la región meridional de Xilitla y Aquismón, las cumbres de los cerros más altos no pasan de 2000 m.

Su origen se debe a plegamientos consecutivos ejercidos por fuerzas que actuaron en sentidos comprendidos entre E-W y NE-SW. Independientemente de las posibles orogenias pre-terciarias, de las que se conoce muy poco, la Sierra Madre Oriental fue originada en la Orogenie Laramídica, que ocurrió en el Paleoceno y todo el Eoceno, probablemente con movimientos posteriores en el Oligoceno. El núcleo de la Sierra quizás esté formado por sedimentos paleozoicos, pero éstos aparentemente no afloran en el tramo correspondiente a San Luis Potosí. En la zona estudiada predominan como substrato las calizas cretácicas y en segundo lugar las margas del mismo período, así como las calizas jurásicas en el sur. En sitios aislados existen corrientes de lava basáltica.

En general, la Sierra Madre Oriental en el territorio de San Luis Potosí está formada por numerosos anticlinales angostos de disposición longitudinal y más o menos paralelos entre sí. La dirección de los ejes de estas sierras parciales no coincide exactamente con la del eje general de la Sierra Madre, pues los primeros están un poco inclinados hacia el NW-SE. En consecuencia los valles sinclinales (al igual que las sierras parciales) presentan un recorrido oblicuo y se abren hacia sus dos extremos; cada uno generalmente con un sistema de erosión más largo hacia el SSE y otro más corto hacia el NNW. Tal disposición es especialmente notable en la porción situada al norte del río Tamaón (Santa María); hacia el sur de la mencionada vía fluvial es menos definida y finalmente se pierde por completo en la región de Tamazunchale.

Salvo pequeñas zonas limítrofes con el Altiplano, situadas en los declives occidentales de la Sierra, todo el resto de su extensión dentro del Estado de San Luis Potosí coincide con un clima relativamente húmedo, que al actuar sobre las rocas cali-

zas ha producido erosión intensa por disolución y paisaje kárstico generalmente bien desarrollado. Son frecuentes en toda su extensión las cavernas y los campos de lapiaz. Las vertientes carecen de corrientes permanentes de agua, en cambio abundan conductos subterráneos. Son innumerables las dolinas de todos tamaños y formas. En algunos valles intermontanos angostos, por ejemplo al NE de Alaquines, su frecuencia es tan grande que en el área de 1 km² pueden contarse varias decenas de depresiones en forma de embudo. Sus laderas algunas veces se emplean para la agricultura, al igual que los fondos de las dolinas de mayor tamaño. Pequeños resumideros y huellas de derrumbes existen también por todos lados, de manera que en general se dificulta bastante la travesía de la sierra.

Todo el territorio comprendido en este trabajo como perteneciente a la Sierra Madre es eminentemente montañoso, muy escarpado y disecado en la zona meridional, y con pendientes un poco menos pronunciadas hacia el norte. Los sinclinales y otros valles intermontanos son angostos o muy angostos y no hay extensiones importantes de terrenos aluviales. Cabe recalcar en este sitio que el área considerada en el presente trabajo como perteneciente a la Sierra Madre Oriental es mucho más reducida en comparación con la que atribuye a esta unidad morfológica Mullerried (1941).

c) Tamayo (loc. cit.) divide la Altiplanicie de México en una porción meridional y otra septentrional. El límite entre ambas regiones atraviesa, según el mismo autor, el Estado de San Luis Potosí, siguiendo una línea que coincide más o menos con el paralelo 22°30' N. Las dos partes del Altiplano presentan características morfológicas diferentes y no se objeta aquí la validez de su distinción. Dada la circunstancia, sin embargo, de que el límite mencionado es más bien convencional, pues no corresponde a un cambio brusco en la morfología superficial, y la mayor parte del Estado se encuentra en cierto modo en una "zona de transi-

ción", se adopta en este trabajo el criterio de una sólo región del Altiplano. Esta región se divide convencionalmente a su vez en algunas unidades secundarias de carácter local.

Los terrenos correspondientes a la Altiplanicie de México estuvieron sumergidos durante la mayor parte del Cretácico. La actividad volcánica, muy intensa en el Terciario, contribuyó de manera notable a su morfología, particularmente en el sur y en el poniente. Hacia el oriente, en cambio, donde el volcanismo no se ha manifestado en forma tan intensa, dominan elevaciones de material sedimentario marino que se plegaron en el Cenozoico. La erosión de las rocas y el relleno de las cuencas, influenciados por los cambios climáticos en el Terciario y en el Cuaternario, son los últimos responsables de la creación del paisaje morfológico actual del Altiplano, que consiste en una sucesión de serranías y llanuras escalonadas, estas últimas a niveles desde unos 1000 m hasta unos 2600 m sobre el nivel del mar (2100 en San Luis Potosí).

Puesto que la región del Altiplano ocupa más de las dos terceras partes del territorio del Estado, y sus diferentes partes presentan algunos rasgos particulares, se consideró conveniente distinguir las siguientes subdivisiones:

Llanura de Rioverde

Serranías Meridionales

Región Boreo-Central

Planicie Occidental

La Llanura de Rioverde forma una extensión de unos 2000 km² de terrenos planos o muy escasamente inclinados, de origen desértico-lacustre, situados alrededor y al norte de la población del mismo nombre. La forman depósitos aluviales de gran espesor, cuya superficie está situada a una altitud aproximada de 950 a 1000 m, con un leve declive hacia el sur, que no basta para suministrar drenaje eficiente en la mayor parte de su área. Está

rodeada por todos lados de serranías, cuyas prolongaciones en algunos sitios se internan un poco hacia la Llanura. En el interior de la misma no hay ninguna elevación de importancia. Hacia el este está limitada por las primeras estribaciones de la Sierra Madre Oriental, hacia el sur y hacia el oeste se encuentra la zona de las Serranías Meridionales y hacia el norte la limitan cadenas montañosas poco elevadas de la Región Boreo-Central.

La Región de las Serranías Meridionales encierra una zona de topografía accidentada, que bordea por el lado sur la Llanura de Rioverde en forma de una faja angosta y además ocupa toda la sección sur-occidental del Estado, alrededor de la ciudad de San Luis Potosí. Esta región es contigua hacia el sur con diversas serranías de los Estados de Guanajuato y Querétaro y hacia el poniente con las de Zacatecas. Potencialmente toda pertenece a la Cuenca del río Pánuco, pero algunas zonas son de hecho endorréicas. Desde el punto de vista geológico la forman materiales calizos cretácicos, extrusivos riolíticos o basálticos, con algunos amplios valles revestidos de aluviones.

En la zona de Lagunillas y San Ciro dominan cerros calizos no muy elevados, con corrientes basálticas que han cubierto algunos cañones y llanuras. Los fenómenos kársticos se presentan acentuados, los ríos corren en barrancas profundas. El valle más importante es el de San Ciro, está situado a \pm 900 m de altitud.

En la zona contigua por el oeste el paisaje se vuelve más escarpado y grandes macizos montañosos alternan con profundísimos cañones en los que corren el río Santa María y sus afluentes. Esta gran serranía se prolonga hacia el norte, donde recibe el nombre de Sierra de Alvarez y donde alcanza sus mayores alturas (\pm 2700 m). Fundamentalmente ígnea en su parte sur pasa a ser caliza hacia el norte, con la aparición inevitable de paisaje kárstico escarpado, debido a la incidencia de un clima húmedo.

Al poniente de la Sierra de Alvarez existe un valle irregular, alargado en el sentido N-S, también probablemente en gran

parte de origen lacustre, en donde está situada la capital del Estado. Su altitud oscila entre 1800 y 1900 m. Está limitado por los grandes macizos riolíticos de las Sierras de San Miguelito y de Mezquitic, la primera de ellas mucho más grande que la segunda; su cima más elevada pasa de 2800 m sobre el nivel del mar. Finalmente, en los límites con los Estados de Guanajuato, Jalisco y Zacatecas, en la otra vertiente de las mencionadas sierras, se encuentra la Llanura de Villa de Arriaga, situada a unos 2100 m de altitud, endorréica, pero sin problemas graves de deficiencia de drenaje en casi toda su extensión.

En el área alrededor de la ciudad de San Luis Potosí predominan rocas riolíticas, que sometidos a la acción de un clima árido, dan lugar a un paisaje de cerros de contornos angulosos peculiares, de coloración rojiza pálida. Muchos de ellos representan restos de antiguas mesas, adquiriendo forma especial que les ha valido el nombre de "chiquihuitillos", pues efectivamente recuerdan algo un canasto invertido. La erosión eólica y aluvial han disecado fuertemente estos macizos montañosos; son característicos los cerros coronados por cuellos volcánicos, al igual que acantilados, cañones profundos, terrazas, etc. Son notables asimismo los bloques esféricos desprendidos de roca riolítica que sufren la "descamación", fenómeno descrito por Wittich (1918).

La Región Boreo-Central de la zona del Altiplano incluye todo el terreno situado al norte de las dos regiones anteriores. Hacia el poniente limita con la Planicie Occidental a lo largo de una línea que corre al pie de la vertiente occidental de la sierra situada al oeste de las poblaciones de Moctezuma, Venado y Charcas. Hacia el norte y el este se continúa con zonas vecinas y similares de los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Se caracteriza por la existencia de sierras calizas de forma por lo general alargada y angosta, separadas por depresiones endorréicas, que revisten muchas veces

la misma forma alargada. Hacia el oriente las sierras no son elevadas, tienen comunmente un recorrido W-E, y los valles en sus partes más bajas están a unos 1000 m de altitud. Hacia el poniente, en cambio, hay un sistema de tres sierras alargadas en el sentido N-S, separadas por dos valles. La sierra intermedia es la que alcanza mayores altitudes; su porción norte recibe el nombre de Sierra de Catorce, sobrepasando en algunos puntos la cota de 3000 m (altura máxima en el Estado); su porción meridional es la Sierra de Coronado. El valle situado más al poniente presenta un parteaguas cerca de la población de Laguna Seca y se divide en una depresión meridional que luego se encorva hacia el este, incluye las poblaciones de Moctezuma (1780 m) y Venado (1750 m) y alcanza su punto más bajo cerca de Villa de Arista (1640 m); y una septentrional que desciende hacia Vanegas (1720 m). El valle situado más hacia el oriente incluye las poblaciones de Matehuala (1650 m) y de Vallejo (1300 m), estando situado el fondo de esta depresión un poco por debajo de la última cota citada. Los terrenos aluviales de ambos valles se comunican en el extremo norte del Estado, donde las sierras longitudinales pierden su continuidad y existen algunos antiguos depósitos lacustres, como por ejemplo los cercanos a la población de Cedral.

La Región Boreo-Central sufre en casi toda su extensión los efectos de un clima árido, cuya acción se manifiesta claramente en el paisaje de bolsones. Los cerros calizos están erosionados en forma característica, con contornos suaves, redondeados, con fenómenos kársticos escasos. En su base se desarrollan abanicos aluviales (bajadas) a veces de enorme tamaño; siguen llanuras aluviales extensas, poco inclinadas, para terminar en el fondo de la depresión en un lago intermitente o simplemente una zona inundable (playa).

La Planicie Occidental coincide más o menos con la zona llamada a veces Valle de El Salado y ocupa toda la superficie situada al poniente de la región anterior (aproximadamente 10.000 km²).

La Planicie sobrepasa un poco los límites de San Luis Potosí en la zona de Villa de Cos, Zacatecas, y en algunos otros puntos de ese último Estado.

Está formada por una gran extensión de terrenos aluviales, superficialmente recientes, y salpicada con pequeños cerros aislados, algunos de naturaleza sedimentaria marina y otros formados por material volcánico. La altitud varía entre 1950 y 2200 m; la hidrología es de tipo totalmente endorréico. A diferencia, sin embargo, de la Llanura de Rioverde, el relieve no es plano, sino está constituido por una superficie algo ondulada. Las partes más elevadas están separadas entre sí por depresiones más o menos alargadas, llamadas "bajíos", generalmente carentes de cauce fluvial bien definido, en cuyas porciones inferiores se encuentran lagunas salobres intermitentes (por ejemplo la de Salinas, la de Hernández, la de Santa Clara, la de Santo Domingo, la de San Cayetano, etc.).

En sus áreas marginales se insinúan hacia la Planicie algunos cuerpos montañosos, de los cuales los más importantes son: el macizo granítico del Peñón Blanco, situado al sur de Salinas, y la sierra caliza del Sabino, hacia el NNE de Santo Domingo. Ambos se encuentran en los límites del Estado.

La topografía tan peculiar de la Planicie Occidental permite sospechar que se trata de una antigua cuenca de relleno. Los depósitos aluviales son probablemente muy profundos y las eminencias aisladas representan sólo las cumbres de antiguos cerros o sierras que resultaron enterradas por los productos de la erosión de la que han sido objeto.

Este paisaje senil, falto de señales de rejuvenecimiento, sugiere que el área ha sufrido los efectos de un clima árido durante largos períodos. El viento es posiblemente responsable, en gran parte, del modelado del relieve actual.

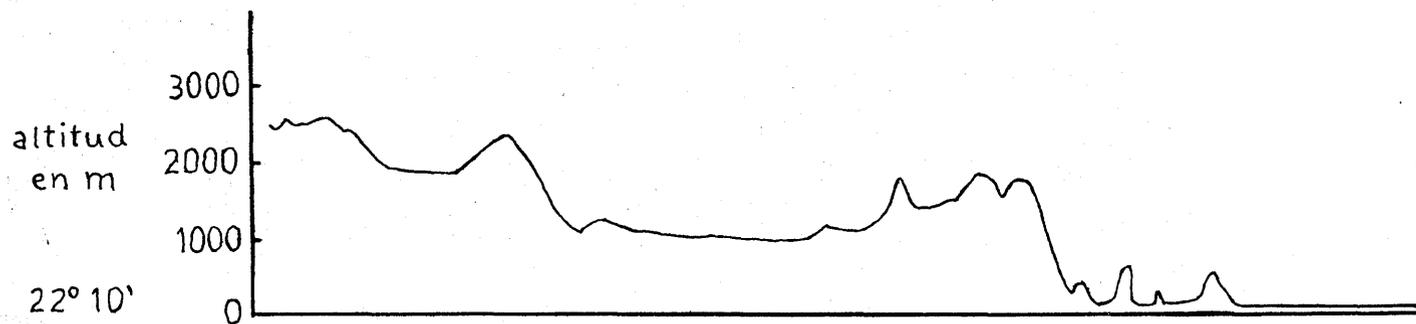
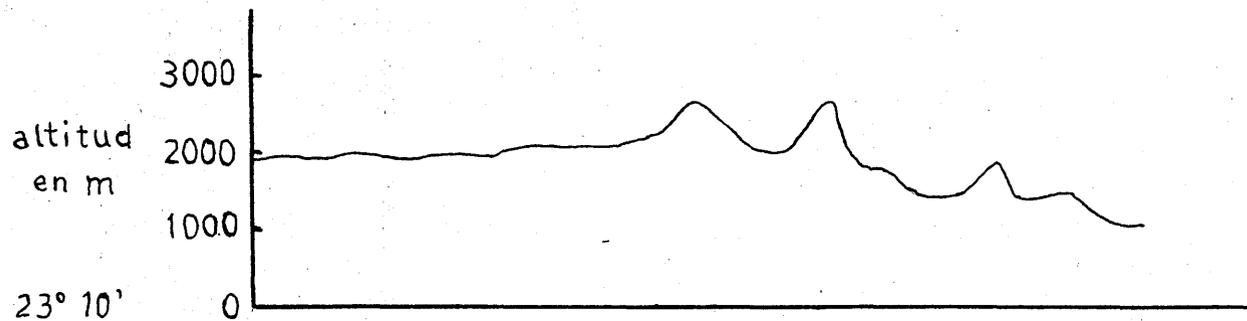


Fig. 3. Perfiles altitudinales esquemáticos a lo largo de los paralelos 22°10' N y 23°10' en el

Resumiendo, puede desprenderse que la topografía del Estado se caracteriza por una serie de planicies escalonadas en el sentido E-W, separadas entre sí por macizos montañosos de recorrido general N-S. Los perfiles representados en la fig. 3 ilustran la disposición y los desniveles relativos de los escalones y de las sierras, a lo largo de dos paralelos que atraviesan el Estado.

D. Hidrografía

En la mayor parte del Estado de San Luis Potosí los recursos hidráulicos son reducidos. Ello se debe, por una parte, a la escasez e irregularidad de la precipitación, y por la otra a la topografía kárstica de muchas de sus regiones. Solamente la zona al sur de Rioverde y el extremo sur-este del Estado presentan condiciones más favorables, pues en concomitancia con un clima más húmedo lo atraviesan varios ríos importantes, algunos de los cuales se originan fuera del Estado.

El sur-este y el sur de San Luis Potosí pertenecen a la Cuenca del río Pánuco, mientras que el resto de su territorio se caracteriza por drenaje endorréico.

En cuanto a la región endorréica, casi la totalidad de ella pertenece potencialmente también a la Cuenca del Pánuco. En algunos años de precipitaciones excepcionalmente abundantes ciertas cuencas semi-cerradas vierten una parte de sus aguas hacia algún afluente cercano del mencionado río (comp. G.C. de Rzedowski, op. cit.: 6-7). Dado un cambio del clima hacia condiciones de mayor humedad, la Cuenca del Pánuco no requeriría mucho tiempo (geológicamente hablando) para extenderse mucho más allá de sus actuales límites. Sólo quizás los extremos occidental y boreal llegarían a pertenecer en tales condiciones a las cuencas de Lerma-Santiago y Soto La Marina, respectivamente.

Los ríos de San Luis Potosí, afluentes del sistema del Pánu

co, corren en general del poniente al oriente (excepción hecha de la zona basal de la Sierra Madre Oriental, donde la dirección predominante es N-S), en función del desnivel del Altiplano con relación a la Planicie Costera y para alcanzar el mar más cercano. Para lograr esta disposición, sin embargo, los cauces tuvieron que vencer los obstáculos de las cadenas montañosas situadas perpendicularmente.

Muchos de los rasgos de la cuenca alta del Pánuco permiten deducir que se trata de un sistema hidrográfico joven y en pleno estado de expansión. Sus afluentes atraviesan la Sierra Madre Oriental en forma de cañones profundos y angostos, y en la misma forma se comportan en el Altiplano, particularmente el Santa María. El Verde, al atravesar la Llanura de Rioverde, que antiguamente era un lago de grandes dimensiones, lo hace en forma de un tajo y no drena la superficie de la Llanura casi en lo absoluto; en su curso superior utiliza probablemente el lecho de un antiguo afluente del lago. Otro hecho en favor de la hipótesis de la relativa juventud del sistema del alto Pánuco es la existencia de peces de grupos característicos del río Lerma en las partes superiores del río Santa María y en las zonas endorréicas cercanas (Alvarez del Villar, 1959: 82-83). Fenómeno semejante había recalado también Osorio Tafall (1946: 389) para otros afluentes del Pánuco, a mencionar los ríos Tula y San Juan. En el Valle del Mezquital y en otras zonas del Estado de Hidalgo la erosión de los afluentes del Pánuco está desnudando actualmente la antigua topografía del terreno, cubierta por sedimentos lacustres y fluviátiles del Terciario y del Cuaternario.

Todas las mencionadas circunstancias parecen corroborar el hecho de que el sistema del Pánuco alcanzó la Altiplanicie en épocas relativamente recientes. Con anterioridad, las zonas del Estado de San Luis Potosí situadas al oeste de la Sierra Madre Oriental muy verosímilmente eran endorréicas o tenían co

nexiones con la Cuenca del río Lerma.

La parte baja de la Cuenca del Pánuco es indudablemente más antigua, lo que atestigua la amplitud de los valles de los ríos así como el grosor de los aluviones.

Las cantidades de agua que transportan los ríos de la Cuenca del Pánuco varían mucho a lo largo del año y de un año a otro. Aunque las principales corrientes llevan agua en forma permanente, sus caudales suelen reducirse mucho durante la estación seca. El Santa María y el Verde, en sus partes superiores, llegan a secarse en tramos, pero ello se debe quizás a la utilización del agua para fines de riego.

La eficiencia del drenaje superficial en la Cuenca varía notablemente de unos sitios a otros, pero solo es buena en las escasas zonas montañosas de rocas ígneas, o margas y lutitas. En la Planicie Costera y en las llanuras aluviales de clima árido el drenaje es limitado y en las regiones calizas es predominantemente de tipo subterráneo, pues los sistemas dendríticos, cuando existen, solo funcionan en el momento de la precipitación o poco tiempo después, y la mayor parte del agua aparece al pie de las sierras en forma de fuentes vaclusianas, como el manantial de la Media Luna y otros cerca de Rioverde, los nacimientos del río Huichihuayán, del río Choy, y muchos más.

Correlacionados con estas condiciones existen en algunos lugares lagos, lagunas y ciénegas, casi todos de carácter periódico y ninguno alcanza actualmente tamaño importante. No son raras las inundaciones, particularmente en la Planicie Costera y en las regiones kársticas, donde las dolinas suelen llenarse de agua en períodos de precipitación fuerte.

La zona endorréica abarca aproximadamente el 60% de la superficie del Estado y pertenece, según Tamayo (1946, 1949), a la región de El Salado, incluyendo la región Palomas - Guajólote. De la O Carreño (1951) divide la zona en 2 cuencas: la de Matehuala y la de San Luis Potosí. Gálvez, Hernández y Blásquez

(op. cit.), en cambio, reconocen en la región del Altiplano 5 cuencas: Salinas - Ranchito (Santo Domingo); Villa de Arriaga - San Francisco; Cedral - Ciudad del Maíz; Jaral de Berrio - Ca-torces; San Luis Potosí - Alaquines; de las cuales las dos últimas abarcan a la vez áreas endorréicas y áreas pertenecientes al sistema del Pánuco.

En realidad se trata de un gran número de cuencas de tamaños muy diversos, algunas de ellas real o virtualmente comunicadas entre sí, bien en la superficie o bien por vía subterránea ("semi-bolsones", según la nomenclatura de Tolman (1909)). En los fondos de muchas de ellas existen lagos intermitentes o zonas de inundación. Las partes altas y medias de estas cuencas presentan con frecuencia un sistema de drenaje centrípeto-dendrítico más o menos bien desarrollado, pero al llegar a la llanura los cauces van perdiendo su individualidad, a veces se dividen primero como en un delta, pero en otras ocasiones desaparecen directa y paulatinamente. No hay ningún río de importancia y con raras excepciones los arroyos son de tipo temporal. En regiones riolíticas o margosas, a veces llevan agua durante varios meses; en zonas calizas, en cambio, solo funcionan en el preciso período de los aguaceros.

Las inundaciones son relativamente frecuentes y no se limitan a los fondos de las cuencas, sino también afectan zonas cercanas a los cursos de los arroyos, pues sus cauces generalmente no son suficientes para dar cabida al caudal proveniente de varias semanas de lluvias torrenciales.

Siendo limitada la capacidad de infiltración del escaso suelo de las laderas en que prevalece clima árido y vegetación espaciada, y siendo insuficientes los lechos de las corrientes de agua, lluvias torrenciales fuertes pueden producir un escurrimiento de corta duración a lo largo de toda la ladera. Escurrimientos semejantes de masas de agua en zonas sin cauces o con cauces mal definidos ("bajíos") ocurren en ocasiones entre una

cuenca y otra. En forma análoga parece realizarse asimismo la mayor parte del drenaje superficial de la Planicie Occidental, que se caracteriza por un sistema de "bajíos" y de lagunas intermitentes.

En los valles aluviales de zonas de clima árido son de interés las áreas en que existen aguas freáticas, que a veces se localizan al pie de las sierras y en otros sitios de la llanura. El nivel de la profundidad y la abundancia de estas aguas guardan estrecha relación con la precipitación captada en las partes altas de la cuenca y resultan asimismo afectados por las obras de riego realizadas por el hombre.

III. CLIMA

A. Rasgos generales y relaciones causales

En función de las diferencias de altitud, de la posición topográfica y de algunos otros factores, las condiciones del clima difieren en forma notable en las diferentes partes del Estado de San Luis Potosí. Aunque más del 70% de su territorio se caracteriza por ser árido, el grado de la misma aridez varía mucho de un sitio a otro, al igual que la temperatura, los vientos, la nubosidad, etc. En cuanto a los climas húmedos, éstos son aún más diversificados. Diferencias considerables de clima entre zonas contiguas son frecuentes en lugares montañosos y muchas veces acompañan a cambios bruscos de topografía.

La vegetación, mejor que otra cosa, refleja a menudo la existencia de estas diferencias, pues no se dispone de una red suficientemente densa de estaciones meteorológicas para formarse una idea exacta de la distribución de las zonas climáticas a base de sus registros.

A continuación se discuten brevemente algunos de los factores determinantes de los principales rasgos climáticos prevalecientes sobre el territorio del Estado.

La latitud, directa o indirectamente y algunas veces en forma combinada, resulta ser el elemento responsable de mayor trascendencia. El Trópico de Cáncer atraviesa la parte septentrional del Estado y la incidencia de este importante paralelo no deja

de acarrear consecuencias significativas. Aunque es cierto que el Trópico mismo no constituye un límite preciso o brusco entre las zonas climáticas templada y caliente, también es evidente que en su cercanía pasan isoterma, isoyetas, isobaras y otras líneas que representan valores climáticos críticos desde el punto de vista biológico, como es el caso de la isoterma de 0°C de temperatura mínima absoluta, de la isoyeta de 400 mm de precipitación media anual, etc.

La temperatura es quizás el factor más directamente influenciado por la latitud, a pesar de que en casi todo México su efecto sufre la interferencia de la topografía montañosa y de la existencia de la Altiplanicie. Tal interferencia se refleja de manera especial en los valores de temperatura media, máxima y mínima, pues tanto en las regiones calientes, como en las frías se caracteriza por una variación anual relativamente escasa.

La precipitación es de tipo torrencial y su distribución presenta una temporada húmeda que coincide con los meses calientes del año, y otra seca, circunstancias que también están en íntima relación con la latitud. Los mencionados rasgos de régimen pluviotérmico caracterizan el llamado "clima tropical" de la clasificación de De Martonne (1940: 234-243) y de otros autores franceses (Emberger, 1955; Bagnouls y Gaussen, 1957), aunque es de notarse que el uso popular y científico ha conferido en México, en América del Sur y en muchas otras partes del mundo al término "tropical" un significado bien diferente.

La latitud interviene de manera importante, aunque menos directa, en la existencia del clima árido en la mayor parte del Estado, por estar situado dentro o muy cerca del cinturón de altas presiones atmosféricas, que es una zona donde prevalecen corrientes descendentes de aire y como resultado, una escasez de precipitación.

Los vientos dominantes - alisios, en la mayor parte del te-

territorio del Estado - también son consecuencia de la latitud. En combinación con la cercanía del mar y con la existencia de montañas, actúan de manera determinante en cuanto a la distribución de la humedad.

La altitud y la fisiografía son factores de primordial significación, influyendo tanto sobre la temperatura, como sobre la presión atmosférica, dirección de los vientos, precipitación y por ende sobre muchos otros fenómenos climáticos.

Es conocido el efecto del aumento de la altitud sobre el descenso general de la temperatura. Con base en la gráfica de la fig. 7 se calcula que su magnitud para el territorio del Estado de San Luis Potosí es de más o menos 0.43° a 0.64° por cada 100 m en cuanto a los valores medios anuales, aún cuando la función no parece estar representada por una sola línea, como se explica más adelante.

La presencia y la situación de las Sierras Madres Occidental y Oriental tienen que ver con la aridez de la Altiplanicie. Ambas ejercen el efecto de sombra orográfica y es especialmente importante el papel de la última, pues es la que interfiere con la penetración de la humedad llevada por los vientos alisios, procedentes del cercano Golfo de México.

La existencia de macizos montañosos longitudinales separados entre sí por llanuras o depresiones situadas en el mismo sentido N-S, que es perpendicular a la dirección de los vientos dominantes, dan por resultado la presencia de un tipo característico de la distribución de la precipitación, que es como sigue: son más húmedas las vertientes del barlovento (orientales) de las sierras y las porciones occidentales de las llanuras, que las vertientes del sotavento y las porciones orientales, respectivamente. Esta disposición es, desde luego, independiente y se superpone a los gradientes generales de aumento de aridez que son del sur al norte y del este al oeste, y cuyas causas se señalaron más arriba (latitud, cercanía del mar y dirección de los vientos).

#	Estación	Altitud en m	Período de observación en años	Temperatura media anual en °C	Precipitación total en mm	Tipo de vegetación dominante	F6 Koe
<u>San Luis Potosí</u>							
1	Agua Buena	380	21	23.5	1810	Bosque tropical perennifolio	Cwa
2	Cárdenas	1159	9	22.3	613	Matorral submontano	BSH
3	Catorce (F.C.)	1820	11	18.0	267	Matorral desértico micrófilo	BWh
4	Cedral	1703	19	17.8	339	Matorral desértico micrófilo	BSk
5	Cerritos	1153	9	-	562	Mezquital extradesértico	BSH
6	Ciudad del Maíz	1239	10	21.3	741	Matorral submontano	BSH
7	Ciudad Valles	87	10	25.5	1315	Bosque tropical deciduo	Cwa
8	Col. Agr. A. Obregón	1000	15	22.0	399	Matorral desértico micrófilo	Awg
9	Charcas	2057	39	16.3	376	Zacatal	BSH
10	Gogorrón	1800	12	18.2	344	Matorral desértico micrófilo	BSk
11	Lagunillas	900	11	22.7	717	Matorral submontano	BSH
12	Lomas del Mirador	76	14	24.5	1386	Bosque tropical deciduo	BSH
13	Matehuala	1581	31	20.3	423	Matorral desértico micrófilo	Awg
14	Mezquitic	2062	13	16.8	354	Matorral crasicaule	BSH
15	Moctezuma	1777	13	-	349	Matorral desértico micrófilo	BSH
16	Paso de S. Antonio	1242	11	20.6	528	Mezquital extradesértico	BSH
17	Presa A. Obregón	1300	27	19.4	504	Matorral desértico rosetófilo	BSH
18	Rioverde	987	35	20.8	494	Mezquital extradesértico	BSH
19	San Ciro	883	5	21.3	756	Matorral submontano	Cwa
20	San Luis Potosí	1877	35	17.6	361	Matorral desértico micrófilo	BSH
21	San Vicente Tanc.	60	8	-	1210	Bosque espinoso	BSH
22	Tamufín	68	12	25.2	1065	Bosque espinoso	Awg
23	Tantizohuiche	70	14	24.5	1368	Bosque tropical deciduo	Awg
24	Villa de Arriaga	2100	32	-	448	Zacatal	BSH
25	Xilitla	700	7	20.8	2461	Bosque tropical perennifolio	Cwa
<u>Nuevo León</u>							
26	Doctor Arroyo	1756	22	19.8	518	Mezquital extradesértico	BSH
27	Mier y Noriega	1681	16	-	570	?	BSH
28	Raíces	2000	10	16.3	314	?	BSH
<u>Tamaulipas</u>							
29	Antiguo Morelos	178	15	-	1084	Bosque tropical deciduo	Awg
30	Hacienda S. Elena	80	15	25.7	1029	?	Awg
31	Río Mante	80	8	24.3	1193	?	Awg
<u>Veracruz</u>							
32	Chicontepec	595	9	21.5	1863	?	Cwa
33	Pánuco	10	10	23.6	974	?	Awg
34	Tantoyuca	217	13	24.6	1358	?	Cwa
<u>Hidalgo</u>							
35	Chapulhuacán	900	5	19.3	2653	Bosque deciduo templado	Cwa
36	Huejutla	172	13	-	1543	?	Awg
37	Orizatlán	200	13	23.5	1799	?	Awg
38	Pisaflores	320	14	-	1376	?	Awg
<u>Guanaajuato</u>							
39	Ocampo	2200	15	16.9	498	?	BSH
40	S. Diego d.l. Unión	2080	15	16.8	557	?	BSH
41	San Felipe	2140	14	16.9	503	?	BSH
42	S. Luis de la Paz	2020	10	16.8	371	Matorral desértico micrófilo	BSH
43	Villa Victoria	1800	12	19.2	444	Matorral crasicaule	BSH
<u>Jalisco</u>							
44	Ojuelos	2100	14	17.4	512	Zacatal	BSH
<u>Zacatecas</u>							
45	Pinos	2453	14	16.4	444	Zacatal	BSH
46	San Salvador	1720	6	18.5	277	Matorral desértico micrófilo	BSH
47	San Tiburcio	1860	10	-	284	Matorral desértico micrófilo	BSH
48	Villa de Cos	2000	13	-	404	Matorral desértico micrófilo	BSH
49	Zacatecas	2440	14	16.1	453	Zacatal	BSH

Cuadro 1
Resumen de algunas características de las principales estaciones

La fisiografía de regiones situadas al NE de San Luis Potosí y particularmente la ausencia de altas montañas, son las responsables, al menos parciales, de las incursiones de masas de aire frío procedentes de esa dirección en los meses invernales. Se trata de los llamados "nortes", períodos de descenso de temperatura, acompañados de fuerte nubosidad, neblinas y lluvias menudas, así como fuertes vientos en algunas localidades.

Para la discusión subsiguiente de los aspectos más significativos del clima de San Luis Potosí se han empleado datos de 25 estaciones meteorológicas localizadas en su territorio, casi todas ellas con un registro superior a 10 años. Se utilizaron asimismo datos de estaciones situadas en los Estados vecinos, cerca de los límites o en zonas ecológicamente análogas. Al consultar los registros meteorológicos resultó evidente que no todos ellos son igualmente fidedignos y hubo necesidad de aplicar diversos procedimientos de discriminación, selección, corrección y extrapolación de los datos. En la evaluación de las condiciones climáticas se usaron también otros criterios, basados principalmente en el valor indicador y las homologías de la vegetación, de la agricultura y de la utilización de la tierra en general. En el cuadro Núm. 1 se resumen algunos datos de las principales estaciones meteorológicas, cuyos registros se han utilizado en este trabajo.

De acuerdo con la clasificación de Koeppen (1948: 152-192) pueden distinguirse dentro del Estado 8 tipos principales de climas, siendo su superficie relativa aproximada la siguiente: Amwg - 1%; Awg - 11%; Cwag - 9%; Cwbg - 3%; BShwg - 34%; BSkwg - 38%; BWhwg - 25%; BWkwg - 1.5%.

B. Precipitación

El diagrama de la fig. 4 ilustra la distribución anual de la precipitación de 5 localidades representativas de algunos tipos de climas que existen en el Estado y sirve a la vez para expresar las diferencias cuantitativas. La concentración de la precipitación en los meses de mayo a octubre es del orden de 70 a 90%. En la mayor parte de las localidades existen dos máximos bien marcados de precipitación, uno en junio o en julio y otro en septiembre, pero el período comprendido entre ellos no presenta una disminución de lluvia suficientemente pronunciada para considerarlo como verdaderamente seco. De manera semejante en enero (en algunas partes en diciembre o en febrero) suele llover algo más que en los meses inmediatos anterior y posterior, sin que ello determine la existencia de una segunda temporada de lluvias. Ambos fenómenos, sin embargo, ejercen influencia sobre la vegetación y son de importancia para la agricultura.

La cantidad de precipitación que reciben las diferentes localidades del Estado se ilustra en forma aproximada en la fig. 5. Si se compara la distribución de las isoyetas con la de las curvas de nivel se nota la gran influencia que ejerce la topografía sobre la distribución de la humedad, pero si se toma en cuenta la repartición de grandes zonas homogéneas se percibe la existencia de los gradientes de aumento de aridez arriba mencionados; uno más acentuado del E al W, y otro más débil en dirección S-N.

La región más pobre en precipitación se encuentra en el extremo boreal del Estado. No se conoce con exactitud la extensión de la zona en que llueve menos de 300 mm al año, pues solo se dispone de datos meteorológicos de una localidad (Estación de Cañon de las Uñas, 267 mm). Shreve (1942a: 241) cree que en la mencionada región llueve únicamente unos 100 mm al año, pero el autor no ha encontrado pruebas de ello (en la cercana localidad de San Salvador, Zacatecas, se registran 277 mm).

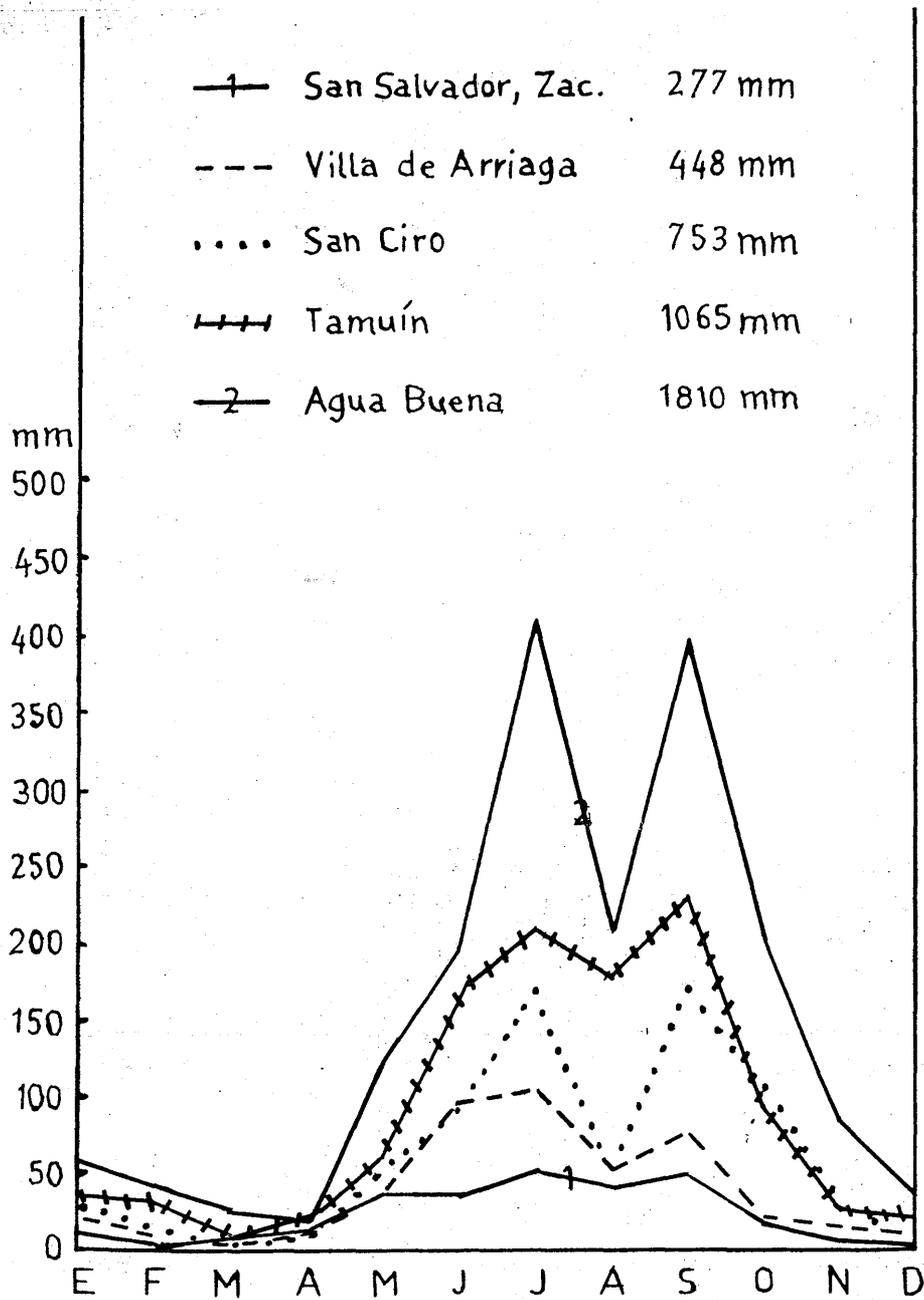


Fig. 4. Distribución anual de la precipitación pluvial en cinco localidades representativas

Entre 300 y 500 mm llueve en una zona que ocupa probablemente un poco más de la mitad de la superficie del Estado; corresponde a las llanuras y elevaciones bajas del Altiplano. Existen numerosas estaciones meteorológicas en su interior, salvo la Planicie Occidental, donde el monto de la precipitación se dedujo fundamentalmente a base de observaciones de la vegetación.

Precipitaciones anuales entre 500 y 1000 mm son propias de una zona relativamente pequeña. Se localiza en los macizos montañosos del Altiplano, cuya altitud sobre el nivel del valle es de consideración; también se presenta en una angosta franja del sotavento de la Sierra Madre Oriental y tal vez en algunos puntos de la Planicie Costera del Golfo.

El resto de la Planicie Costera y la mayor parte de la Sierra Madre reciben 1000 a 1500 mm anuales. En pequeñas extensiones de las altas montañas del Altiplano llueve probablemente un poco más de 1000 mm al año, dato supuesto a base de la vegetación existente en esos sitios.

Solo en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental se reciben alturas de lluvia superiores a 1500 mm. La franja correspondiente a esta cantidad de precipitación es muy angosta hacia el norte (en la región de Ciudad del Maíz), se ensancha de Tamasopo hacia el sur para alcanzar su dimensión máxima a la latitud de Xilitla, que coincide con las alturas máximas de la Sierra. En una zona no muy extensa, cercana a Xilitla y a Tamazunchale, llueve un poco más de 2500 mm al año.

El número de meses secos varía a grandes rasgos en el sentido inverso a la cantidad total de la lluvia. Calculado en promedio anual, a base de la fórmula $P > 2T$ (Bagnouls y Gausson, op. cit.) es de 11 en la parte más árida del Estado y de 0 en la zona más húmeda (P = precipitación media mensual en mm; T = temperatura media mensual en °C).

En lo relativo a la forma de la lluvia, prevalece generalmente el tipo torrencial, de corta duración y gran intensidad. En

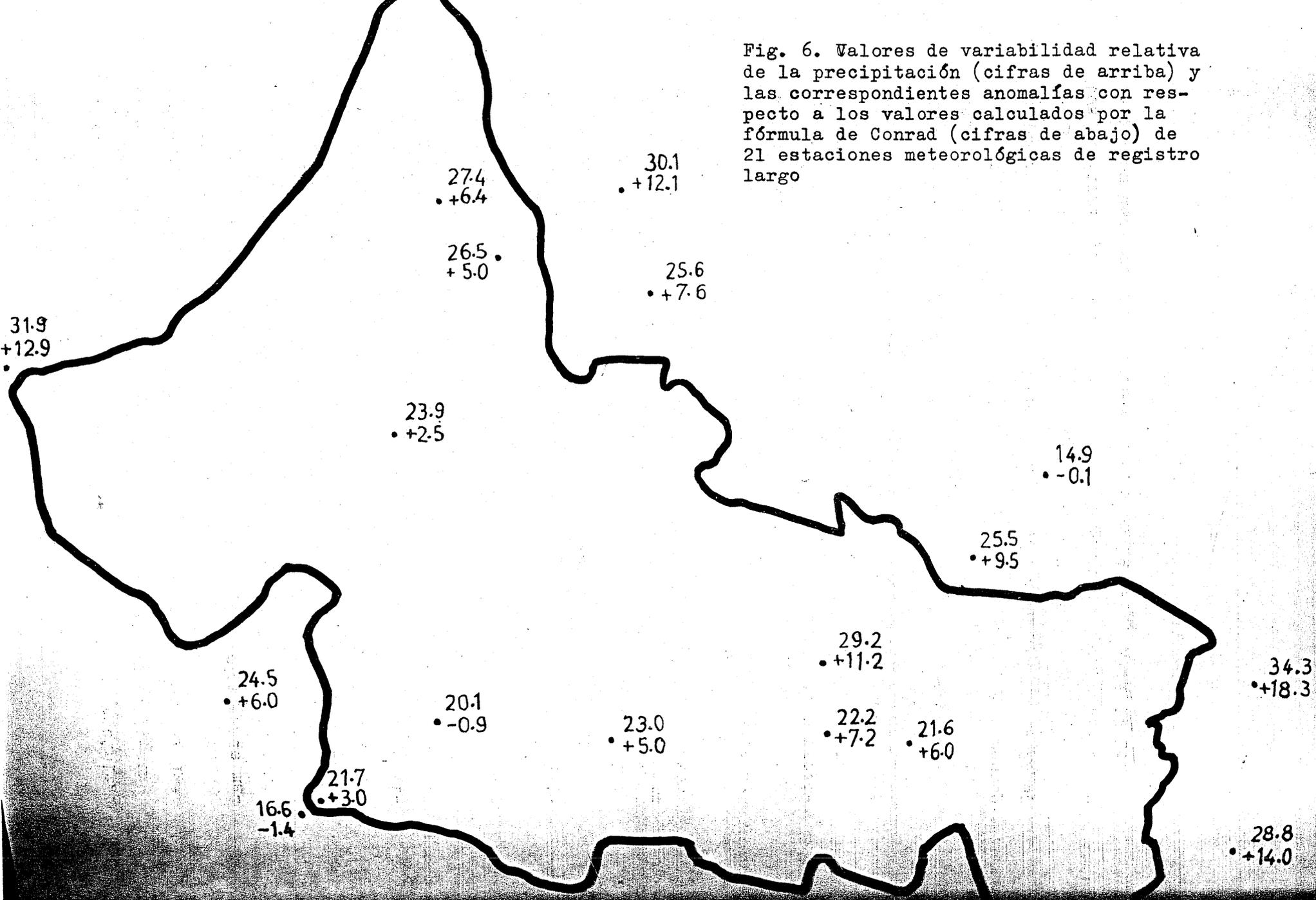
la época de los "nortes" (entre diciembre y marzo) la precipitación suele ser de gota fina. Las lluvias prolongadas se presentan generalmente en relación con perturbaciones ciclónicas, que por lo común se originan en septiembre y octubre.

En cuanto a otras formas de precipitación, ninguna es de mayor importancia en el territorio estudiado. El rocío es bastante frecuente en la temporada más fría en regiones montañosas; en las zonas muy húmedas se presenta a lo largo del año. Con las heladas muchas veces se manifiesta la escarcha. La nevadas se observan, aunque no todos los años, en el norte del Estado, particularmente en la Sierra de Catorce. En el SE no se producen. El granizo es relativamente poco común.

La variabilidad de la precipitación de año a año es apreciable en todo el Estado y la importancia de este factor no debe subestimarse (comp. Shreve, 1944). De acuerdo con las observaciones realizadas en muchas regiones del mundo esta variabilidad aumenta en general con el incremento de la aridez (Koeppen, op. cit.: 29-30; Conrad, 1941). Conrad (op. cit.) determina la fórmula $V_r = \frac{3600}{\bar{p} + 60} + 13$ que rige las relaciones entre la precipitación anual (\bar{p}) y la variabilidad relativa de la misma ($V_r = 100 \frac{\mu}{\bar{p}}$; $\mu = \frac{\sum(d)}{n}$). En el mencionado trabajo se presenta una tabla de valores calculados por la fórmula.

Wallén (1955), en su estudio de la variabilidad de la precipitación en México, encuentra en el NE del país, alrededor de Tampico, una amplia zona en que la variabilidad supera mucho los valores teóricos de Conrad. Tal zona abarca toda la mitad oriental de San Luis Potosí y las anomalías incrementan del poniente hacia el oriente (op. cit.: 70). La fig. 6 representa los valores de la variabilidad relativa de la precipitación y las respectivas anomalías calculadas por el autor a base de datos de 21 estaciones situadas en el Estado o en sus inmediaciones. Estos datos confirman plenamente el fenómeno descubierto por Wallén, cuyo origen debe buscarse probablemente en la influencia de los

Fig. 6. Valores de variabilidad relativa de la precipitación (cifras de arriba) y las correspondientes anomalías con respecto a los valores calculados por la fórmula de Conrad (cifras de abajo) de 21 estaciones meteorológicas de registro largo



ciclones.

Expresado en otros términos (Koeppen, loc. cit.) la variabilidad de la precipitación de las zonas semi-húmedas y húmedas del oriente del Estado es tan grande que en los años más lluviosos puede haber 3 y hasta 4 veces más precipitación que en los años más secos, circunstancia que indudablemente constituye un factor climático muy significativo para el desarrollo de los organismos y de las comunidades vegetales.

Como consecuencia de lo anterior la variación de la cantidad de la lluvia recibida en el mismo mes a lo largo de años sucesivos es también muy grande. Un análisis detenido, sin embargo, no revela la existencia de dos o más regímenes sobrepuestos de lluvias, y por lo consiguiente la sucesión de las medias mensuales refleja en forma aceptable la distribución de este fenómeno climático.

Son muy pocos los datos disponibles de medidas de humedad del aire. Se sabe que la variación estacional de la humedad relativa es generalmente de poca cuantía, en cambio las oscilaciones diurnas suelen ser muy grandes, especialmente en los primeros meses del año. A base de los datos de las estaciones de la ciudad de San Luis Potosí y de Rioverde (60% y 69% respectivamente) se puede estimar que en la parte árida su valor medio anual varía entre ± 50 y $\pm 70\%$. En la región de Tamazunchale y Xilitla posiblemente es superior a 85%. En la Planicie Costera y en el resto de la Sierra Madre son de esperarse valores intermedios.

La evaporación medida en tanques de superficie libremente expuesta presenta valores medios anuales de 1900 a 2300 mm en las partes áridas del Altiplano (San Luis Potosí, Presa A. Obregón, Matehuala) y entre 1400 y 2000 mm en la zona del bosque tropical deciduo (Valles, El Salto). El índice P/E de Transeau (1905) varía en tales circunstancias entre 0.13 (o menos) y 0.25 para los matorrales desérticos, y entre 0.6 y 1.1 o más para el tipo de vegetación antes mencionado.

C. Temperatura

En San Luis Potosí, como en la mayor parte de México, uno de los problemas fundamentales referentes a la temperatura es su relación con la altitud y la forma en que esta relación es alterada por otros agentes del medio ambiente. Su particular interés reside en la circunstancia de poder determinar a base de una fórmula o gráfica la temperatura de una localidad cualquiera, conociendo su altitud y situación topográfica.

En la fig. 7 se ilustra con datos de 40 estaciones del Estado de San Luis Potosí y de regiones inmediatas el curso de la variación de la temperatura media anual en función de la altitud. Puede notarse que los puntos no se agrupan a lo largo de una recta, sino que existen cuando menos dos tendencias diferentes que se representan convencionalmente en forma de dos tramos rectos. El primero corresponde a la zona de la Planicie Costera y del barlovento de la Sierra Madre Oriental, donde por cada 100 m de aumento de altitud disminuye la temperatura unos 0.64°C . El segundo coincide con las estaciones del Altiplano y del sotavento de la Sierra Madre; ahí la influencia de la altura sobre el nivel del mar es aparentemente menor, pues la temperatura desciende a un ritmo aproximado de 0.43°C por cada 100 m.

Los resultados de este análisis no van de acuerdo con los de Hernández (1923) ni con los de Muller (1939: 707).

La parte más caliente del Estado (Planicie Costera) se caracteriza por una temperatura media anual superior a 25°C y una máxima absoluta de 46°C ; de la gráfica de la fig. 7 se desprende, por otra parte, que en la zona más fría (cumbres de la Sierra Madre, cerca de Xilitla) la media anual debe ser inferior a 8°C .

Cabe hacer notar la considerable amplitud entre los valores extremos de la temperatura en escala anual. Esta amplitud tiene su origen no tanto en la oscilación estacional, que en general es de poca cuantía, como en la oscilación diurna.

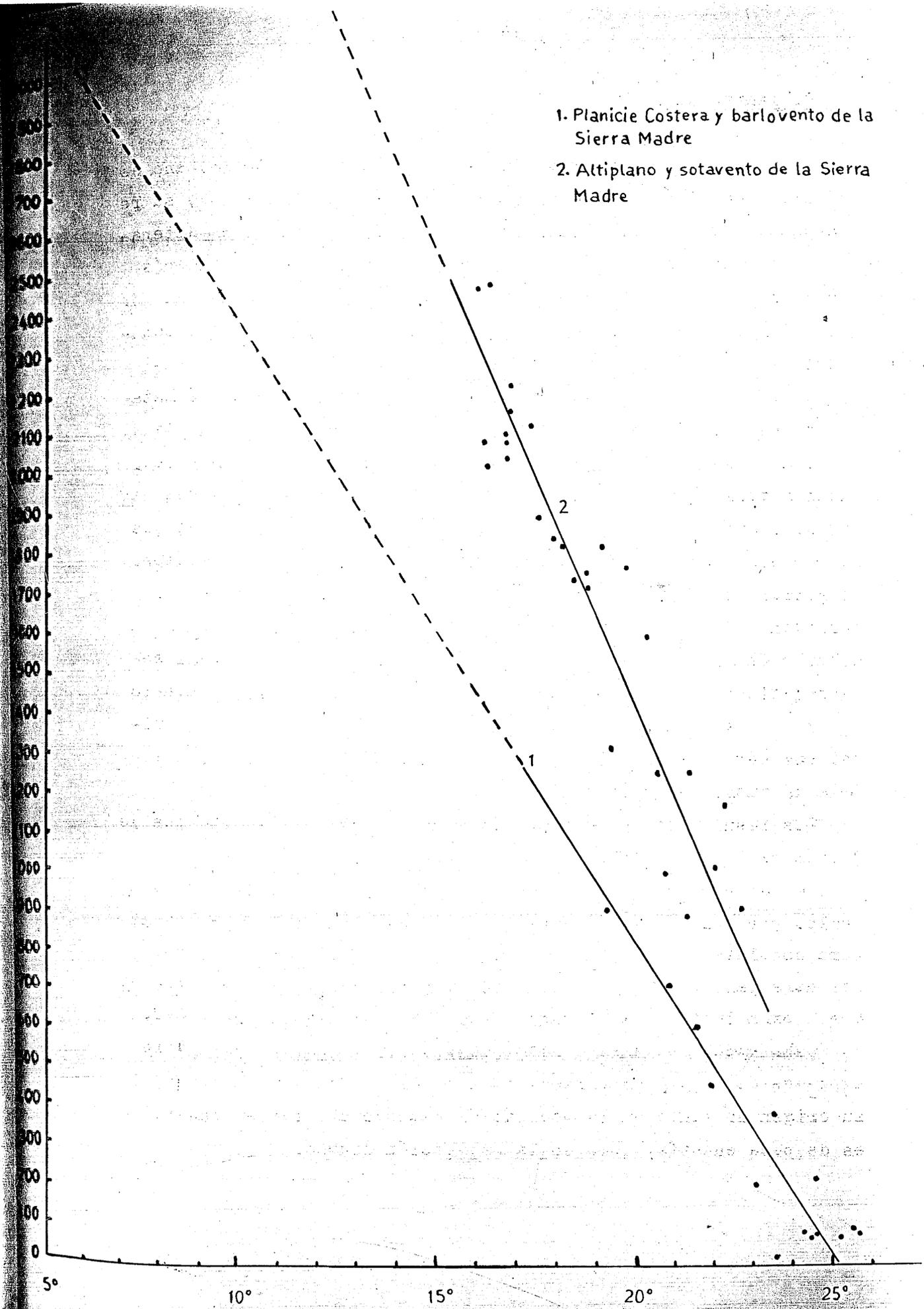


Fig. 7. Ensayo de correlación gráfica entre la altitud y la temperatura media anual, a base de datos...

Así, por ejemplo, la diferencia entre las temperaturas medias de los meses más caliente y más frío varía entre 10.7°C (Agua Buena) y 6.8°C (Gogorrón), siendo por lo regular menor en la Altiplanicie que en las regiones bajas. En cambio las oscilaciones diurnas arrojan cifras medias anuales de 8.0°C a 18.5°C (Catorce), siendo mayores con el aumento de la aridez. El primer valor es el correspondiente a la estación de Xilitla, aparte de la cual ninguna otra estación de registro largo en el Estado ofrece una diferencia inferior a 12°C. En cuanto a la variación estacional de la oscilación diurna de la temperatura, ésta también guarda relación estrecha con la humedad, pues es mucho mayor en las regiones áridas y alcanza máximos generalmente en marzo y abril, meses que en algunas localidades presentan promedios superiores a 20°C.

Las heladas se presentan en todos el Estado, excepto en el extremo SE, donde en una zona que abarca Tamazunchale, Xilitla, y se extiende a lo largo de la base de la Sierra Madre Oriental hasta Tamasopo, la temperatura no desciende de 0°C o lo realiza muy rara vez. En la Planicie Costera y en la parte inferior de la Sierra Madre las heladas tampoco se presentan con regularidad y su frecuencia es inferior a 1 por año. La incidencia de este fenómeno aumenta a unas 5 veces en promedio anual en las partes bajas del Altiplano, aunque en esa zona no son raros los años en que no hiela en lo absoluto. A mayor altitud se sufren los efectos de las heladas en todos los años, alcanzando un máximo probable en las partes altas de la Sierra Madre y en la cima de la Sierra de Catorce, donde se calcula una incidencia de más de 100 días por año. Las más tempranas se han registrado en septiembre, las más tardías en mayo.

Aunque incuestionablemente existe una clara dependencia entre la frecuencia, la duración y la intensidad de las heladas, por una parte, y la altitud y la latitud, por la otra, esta relación resulta a menudo de tal manera modificada por las condi-

ciones topográficas locales, por la nubosidad, por la humedad, la vegetación, los vientos y otros factores, que en la realidad es preferible hablar solo de tendencias generales.

D. Viento

Los vientos intensos son relativamente poco frecuentes en San Luis Potosí. En la parte occidental del Altiplano soplan fuertes corrientes de aire durante un período que varía entre 30 y 60 días y que incluye casi siempre el mes de febrero. Son vientos secos, que llevan en suspensión gran cantidad de partículas de tierra y presentan ciertos rasgos de las tempestades de arena de tipo desértico.

El extremo oriental del Estado está situado dentro de la zona de las trayectorias de los ciclones tropicales, que se presentan por lo general en el mes de septiembre, a veces en octubre. Tales ciclones se originan todos los años en el Golfo de México y en la región del Caribe, y algunos se dirigen hacia el territorio de México. Son vientos huracanados de gran fuerza, que causan generalmente destrozos considerables de la vegetación a lo largo de su ruta, además de producir una precipitación pluvial muy intensa en un radio de varios cientos de kilómetros, lo que casi siempre se convierte en inundación de las partes bajas. Se desvanecen por lo común al estrellarse contra la Sierra Madre. La incidencia de estos ciclones en San Luis Potosí es de uno por cada 5 a 10 años en promedio.

La dirección de los vientos dominantes varía de NE a SE; son vientos generalmente moderados a débiles, provenientes del Golfo de México y cargados de humedad en la época lluviosa. Directa o indirectamente son los causantes de las precipitaciones estivales.

Vientos moderados relativamente fríos, provenientes del NE, acompañan comunmente las incursiones de masas boreales de aire,

entre noviembre y marzo; son vientos más bien secos, pero por su temperatura pueden producir nubosidad y ligeras lluvias, así como neblinas, rocío o escarcha.

No son raros en muchas partes del Estado los períodos de varios meses de calma completa. En las regiones montañosas, sin embargo, suele haber regímenes locales de vientos, cuya intensidad puede ser más pronunciada en las tardes.

En días calurosos son frecuentes en las llanuras los remolinos de convección, que a veces se elevan a grandes alturas, y deben tener importancia en el transporte de diásporas a localidades distantes de su origen.

IV. SUELOS

A. Consideraciones generales

Como una consecuencia natural de la diversidad del substrato geológico, de la topografía y del clima, los suelos de San Luis Potosí varían mucho en cuanto a sus propiedades y características.

Los únicos reconocimientos edafológicos intensivos realizados en el Estado, de los que se tuvo noticia, son los de Macías Villada (1937a, 1937b), Macías Villada y Fierro (1937), y de Márquez León (1946). En total esta área estudiada no abarca sino el 0.2% de la superficie de la entidad. Una descripción somera de los suelos agrícolas del Estado puede encontrarse en el trabajo de Reyna Tello (1943: 43-67). En el mapa de suelos de la República Mexicana (Brambila y Ortiz Monasterio, 1949) los correspondientes a San Luis Potosí se agrupan en las siguientes categorías:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| semidesértico y desértico (sierozem) | - $\frac{+}{-}$ 40% de la superficie, abarcando el norte y el poniente del Estado; |
| castaño (chestnut) | - $\frac{+}{-}$ 8% de la superficie, en el SW del Estado; |

suelos negros (chernozem)	- \pm 15% de la superficie, en el S del Estado;
rendzina	- \pm 10% de la superficie, en el SE del Estado;
suelos complejos de montaña (con pendientes de más de 25%, dominando suelos cafés forestales y podzólicos)	- \pm 27% de la superficie, distribuidos en las zonas montañosas de todo el Estado.

El escaso conocimiento de los suelos de México en general, así como la gran variedad y complejidad de los encontrados en San Luis Potosí no permiten ofrecer más que una descripción muy general de los últimos. Es obvio asimismo que, a falta de un criterio edafológico experimentado del autor, las consideraciones, correlaciones y conclusiones que se incluyen en el presente capítulo deben estimarse como hipotéticas y provisionales, en espera de su confirmación o rectificación por estudios especializados más profundos.

En general cabe observar que la influencia de la roca madre en las características del suelo es en San Luis Potosí casi tan importante y en algunas ocasiones quizá más importante que la del clima. Ello se debe en parte a la topografía predominantemente montañosa, en parte a la escasez de lluvias, y en parte tal vez a algunas otras causas que interfieren con el proceso de la maduración del suelo.

Los diagramas de la pág. 44 constituyen una representación gráfica de algunas correlaciones que se han observado en San Luis Potosí entre ciertas características de clima, roca madre y topografía, por una parte, y la reacción y la textura del suelo, por la otra. Más que de correlaciones en el sentido estricto de la palabra se trata de tendencias que se superponen entre sí, y

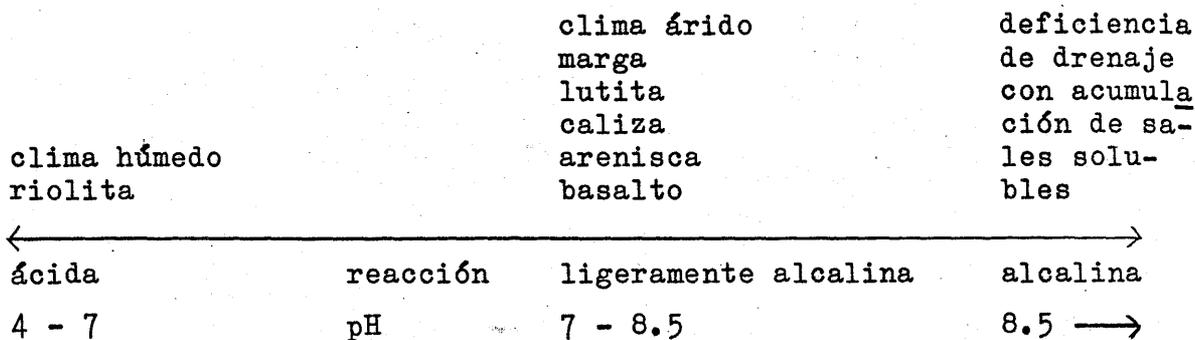


Diagrama que ilustra algunas correlaciones observadas en San Luis Potosí entre ciertas características del clima, substrato geológico y condiciones topográficas por una parte, y la reacción del suelo por la otra.

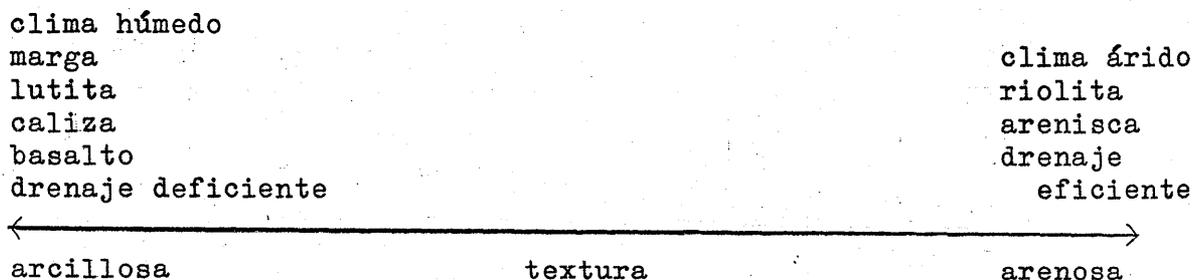


Diagrama que ilustra algunas correlaciones observadas en San Luis Potosí entre ciertas características del clima, substrato geológico y condiciones topográficas por una parte, y la textura del suelo por la otra.

debido a la interacción de los diferentes factores y a la influencia de otros agentes, el resultado dista mucho de ser una simple media aritmética. La influencia de la roca madre es extensiva, especialmente en las partes áridas, a los materiales derivados de la misma y transportados a otros sitios por la gravedad, el agua o el viento.

La mayor parte del territorio del Estado está cubierta por suelos delgados, muchas veces discontinuos y en algunos sitios excesivamente erosionados. Por estas características deberían agruparse quizás dentro de la categoría de litosol de la clasificación norteamericana (Baldwin, Kellogg y Thorp, 1938). Esta categoría, aunque útil desde el punto de vista de la potencialidad agrícola, no es muy adecuada en su aplicación al estudio de la vegetación, puesto que las propiedades de los suelos superficiales son muy distintas de un lugar a otro. Por consiguiente, en el presente trabajo no se considerará el término litosol como categoría dentro de la clasificación pedológica, tratando de situar los suelos de las regiones montañosas de la región estudiada dentro de las categorías de suelos zonales o intrazonales que se creen correspondientes.

Desde el punto de vista agrícola, prevalece en San Luis Potosí muy acentuada la situación que caracteriza en general a la mayor parte del territorio de México, que consiste en el hecho de que abundan buenas tierras en sitios en que la provisión del agua es escasa, y donde hay agua en abundancia son escasos los suelos agrícolas adecuados para aprovecharla en forma eficiente.

B. Suelos de las regiones áridas

Son en general suelos ligeros (migajones arenosos, "sandy loam" de acuerdo con la clasificación americana (Soil Survey Staff, 1951: 207-213)), de contenido bajo a medio de materia

orgánica y frecuentemente con un horizonte de induración a menor o mayor profundidad.

En la parte SW del Estado, donde predomina la riolita como roca madre, la coloración del suelo varía de grisáceo a castaño o rojizo, pero casi siempre es clara. La textura es característicamente arenosa, la reacción generalmente ácida, pero a veces neutra o ligeramente alcalina (pH 5 - 7.5) y el contenido de $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ escaso o nulo. En las laderas la capa de material fino es por lo común muy somera, con gran cantidad de grava y piedra, muy susceptible a la erosión eólica, aluvial y coluvial. En los terrenos de relleno un horizonte arable más o menos profundo (hasta de 1 m o poco más) yace encima de una costra gruesa de color rojizo castaño, de naturaleza ferruginosa, pero con algunas delgadas vetas blanquecinas verticales u oblicuas que reaccionan con el HCl. Más abajo hay una sucesión de capas de material suelto y otras de induración, sugiriendo la posible existencia de suelos fósiles enterrados. Algunos de los suelos de este trupo parecen ser análogos a la categoría de los castaños no cálcicos del SW de los Estados Unidos (Baldwin, Kellogg y Thorp, op. cit); otros representan tal vez una transición hacia la categoría de los grises del desierto o sierozem.

En donde predominan las calizas la coloración del suelo varía entre gris y negro, la reacción suele ser ligeramente alcalina (pH 7 - 8.5) y el contenido en carbonato de calcio elevado. En la granulometría son importantes también las arenas, pero el contenido en arcillas es casi siempre superior que en el caso de las tierras derivadas de la riolita. Sobre las pendientes el suelo es por lo general discontinuo, pues lo interrumpen las salientes de las rocas; su espesor y su contenido en materia orgánica (4 - 10%) suelen ser más importantes que en tierras derivadas de laderas riolíticas. En los terrenos aluviales es característico debajo del horizonte superior otro de induración calcárea comunmente bien definido o "caliche", de color blanquecino,

cuya profundidad, grosor, consistencia, continuidad y forma varían de un lugar a otro; su superficie superior con frecuencia presenta abultamientos convexos. La cantidad de arcilla aumenta generalmente a medida de alejarse de los cerros y es máxima en condiciones de deficiencia de drenaje, como llanuras de inundación, fondos de lagunas o dolinas. La cantidad de materia orgánica varía mucho en función del clima, al igual que el color del suelo, que comunmente es gris claro en los sitios más áridos, mientras que en el sur del Estado es casi negro.

Sobre substrato de marga o de lutita calcárea el suelo es de color amarillento a gris, arcilloso o franco ("loam", según Soil Survey Staff, loc. cit.), con perfil de poca profundidad, en la región estudiada, de reacción ligeramente alcalina (pH 7.5 - 8), contenido generalmente abundante de carbonato de calcio y moderado a alto en materia orgánica (3 - 10%). No hay formación de caliche, pero inclusive en los terrenos poco inclinados la roca madre ("choy") se encuentra por lo común a poca profundidad. En los terrenos de acentuada deficiencia de drenaje el suelo es más pesado y oscuro.

Estos suelos derivados de roca madre caliza o margosa en condiciones de clima más o menos seco parecen constituir diferentes grados de una serie de transición en cuyos extremos están por un lado los suelos desérticos grises (sierozem) y por el otro los suelos margalíticos ("rendzinas tropicales") en el sentido amplio de este término y de acuerdo con las descripciones de Mohr y van Baren (1959: 411-435). Los suelos descritos por Aguilera (1959) de la Península de Yucatán como rendzinas negras parecen presentar semejanzas con estos últimos.

Casos especiales representan los suelos salinos y los yesos de algunos sitios de la Altiplanicie. Los dos tipos son más o menos arcillosos, pobres en materia orgánica (0 - 2%), sin horizontes bien definidos, y revisten probablemente origen desértico-lacustre, aunque se encuentran a veces en zonas que

actualmente no se inundan. Los primeros suelen tener una reacción francamente alcalina (pH 8 - 11), debido a la presencia de carbonatos; son de color gris claro a oscuro y cuando se secan se cubren de una delgada costra blanca ("tequesquite"). Pertenecen a las categorías de solonchak y solonetz. Los segundos presentan una coloración crema, a veces casi blanca, su pH varía entre 7.5 y 8. Es frecuente en los suelos yesosos la presencia de conductos subterráneos donde circula el agua de la lluvia. Estos conductos a veces se colapsan y forman hundimientos característicos. En otras situaciones la capa con yeso está recubierta por un delgado horizonte (2 - 10 cm) de suelo no yesoso, probablemente de aporte eólico. Son relativamente pocos los lugares en que el suelo es a la vez salino y yesoso, pero en muchas ocasiones un tipo se encuentra cerca del otro. Su mayor incidencia se localiza en la Llanura de Rioverde y en los alrededores de Matehuala y Cedral. Los suelos salinos son también relativamente frecuentes en la Planicie Occidental.

C. Suelos de las regiones húmedas

Aunque mucho menos extendidos que los discutidos en el inciso anterior, no son menos variados y sus características también están por lo general en relación estrecha con la roca madre.

Los derivados de la riolita sólo se localizan en algunas serranías de la Altiplanicie, a altitudes superiores de 1300 m. Son arenosos, de color castaño, moderadamente ricos en materia orgánica (2 - 6%), ácidos (pH 4 - 5.5) y por lo común someros, aunque mucho mejor desarrollados que los propios del clima árido sobre la misma clase de roca. Posiblemente deben clasificarse como suelos podzólicos pardos o pardo-grises.

Sobre el substrato de caliza los suelos más característicos son los de color rojo. Son más o menos arcillosos, de reac

ción ácida o neutra (pH 4 - 7) y sin carbonato de calcio en forma libre. Con estas propiedades se les encuentra en la Sierra Madre Oriental a altitudes superiores de 600 m, en la Sierra de Alvarez entre 1600 y 2700 m, y en algunas otras sierras, así como en terrenos planos del valle del río Moctezuma, a 50 - 100 m de altitud, donde las arcillas rojas tienen aparentemente un origen aluvial antiguo. Todos estos suelos son pobres a moderadamente ricos en materia orgánica (2 - 8%), disminuyendo ésta rápidamente con la profundidad del suelo.

En la región húmeda y caliente entre Aquismón y Tamazunchale, en altitudes entre 50 y 700 m, se encuentran sobre caliza suelos oscuros, negruzcos-castaños o negruzcos-rojizos, arcillosos, ligeramente ácidos (pH 6 - 7) y con abundante materia orgánica (8 - 20%); no reaccionan con el ácido clorhídrico concentrado. Estos suelos cubren casi siempre laderas de pendiente pronunciada y muchas veces su continuidad es interrumpida por las salientes de las rocas. Rara vez alcanzan profundidades superiores a 80 cm. Sin la protección de una vegetación densa se erosionan con mucha facilidad debido a las fuertes y torrenciales precipitaciones.

Más al norte de Aquismón predomina en la Sierra Madre Oriental un clima un poco más seco, con 4 a 6 meses de deficiencia de humedad, ahí en las mismas altitudes y sobre calizas se presenta un suelo negro de textura franca, decalcificado, ligeramente alcalino (pH 7 - 8) y rico en materia orgánica (8 - 15%). Este suelo es bastante semejante al que se encuentra sobre laderas calizas de las regiones áridas del Estado.

En la zona de lutitas y areniscas calcáreas de la región entre Tancanhuitz y San Martín, en clima húmedo y caliente, se presentan suelos castaños oscuros a negruzcos, más bien arenosos, ligeramente alcalinos (pH 7 - 8), pero sin reaccionar con HCl concentrado. Su textura depende de la relativa importancia de una u otra roca. Existen en declives pronunciados y suaves y en

el último caso alcanzan a veces profundidades superiores a 1 m.

La Planicie Costera y algunas porciones basales de la Sierra Madre, con sus margas y lutitas como substrato geológico y clima sub-húmedo a semi-árido, se caracterizan por suelos en general semejantes a los descritos como derivados de la misma roca madre en condiciones de clima árido (véase p. 47).

En la misma Sierra Madre Oriental existen muchas áreas aisladas en que afloran basaltos. Es notable observar que cuando esta roca se encuentra en la zona climática en que sobre la caliza se desarrolla el suelo arcilloso rojo, el substrato basáltico presenta un tipo de suelo de características análogas. Este es el único caso observado por el autor en San Luis Potosí de una aparente determinación climática exclusiva de las características del suelo, cabiendo añadir que se trata de tierras inmaduras situadas sobre laderas de cerros, del tipo de lito-sol.

En muchas localidades en que la caliza constituye la roca madre predominante coexisten en lugares adyacentes los suelos rojo y negro, característicos de este substrato. Frecuentemente es posible correlacionar la distribución de ambos tipos con diferencias topográficas, microclimáticas o de otra índole; otras veces, sin embargo, no es evidente una correlación clara y tal vez la distribución se debe a algún factor que fué importante en otra época o más probablemente a algún factor desconocido. Situaciones análogas se conocen de muchas otras partes del mundo, en particular sobre substrato calizo (Robinson, 1951: 427-429; Mohr y van Baren, op. cit.: 424-433).

Una gran parte de los suelos arriba descritos presenta afinidades francas con el grupo de las lateritas; otros posiblemente encuentren mejor acomodo dentro de la categoría de los suelos margalíticos o "rendzinas tropicales" (Mohr y van Baren, op. cit.), tal vez equivalentes a las "arcillas negras tropicales" de Duchaufour (1956: 256-257).

V. ACTIVIDADES HUMANAS

A. Resumen geográfico-histórico

El territorio del Estado de San Luis Potosí, como el de la mayor parte de la República Mexicana, ha sido habitado por el hombre desde hace varios o muchos miles de años, aunque probablemente su población nunca ha sido tan grande como en la actualidad, pues en 1960 superó la cifra de 1 millón y una densidad promedio de 16 habitantes por km².

Esta población humana dista mucho de estar homogéneamente distribuida y parece ser que en otras épocas la situación no era esencialmente diferente. Las condiciones climáticas favorables para la existencia de la agricultura de temporal han sido indudablemente la causa de la temprana colonización de la región conocida con el nombre de Huasteca, que abarca el extremo SE del Estado. En las porciones centrales de San Luis Potosí también hay huellas y noticias de la existencia de núcleos de población indígena en la época pre-cortesiana, aunque menos densamente distribuidos, más pequeños y de tipo nómada (Meade, 1945; Stresser-Péan, 1952-1953).

Con la venida de los españoles la minería llegó a ser actividad importante en el Estado; a su desarrollo se debe la concentración de la población en varias ciudades importantes, como San Luis Potosí, Guadalcázar, Catorce, Matehuala y Charcas. La ganadería llegó a ser una fuente considerable de riqueza,

en especial en la Altiplanicie, la agricultura recibió un gran impulso. La capital del Estado pronto se convirtió en un centro administrativo, de comunicaciones y de comercio (Velázquez, 1946).

Desde los últimos años del siglo pasado se intensifica notablemente la explotación de algunas plantas silvestres utilizadas como materia prima para la industria. Esta actividad ha llegado a constituir la principal fuente de ingresos de una considerable fracción de la población del Estado.

La revolución de 1910 - 1917 y los cambios socio-económicos que surgieron como consecuencia tuvieron una repercusión muy significativa. La minería decayó casi por completo. La ganadería y la agricultura en el Altiplano disminuyeron considerablemente sus actividades y sólo en los últimos años están logrando recuperarse. Numerosos poblados fueron abandonados por completo, en otros disminuyó notablemente el número de habitantes.

Desde 1930 a estas fechas vuelven a surgir actividades humanas intensas. La ganadería, que desde la construcción del ferrocarril (± 1900) se establece vigorosamente en la Huasteca, cobra aún mayor auge con la llegada de la carretera (± 1930). La población del Estado se duplica en menos de 40 años, pero a falta de recursos abundantes y debido a los métodos primitivos de su explotación, sigue prevaleciendo una acentuada pobreza entre la mayor parte de las personas que habitan San Luis Potosí.

B. Agricultura

No obstante que más del 60% de la población económicamente activa del Estado se ocupa total o parcialmente de la agricultura, esta actividad no contribuye sino en un 15% a su ingreso total y no satisface las necesidades de consumo local.

Son pocas las tierras en San Luis Potosí, cuya verdadera vocación es la agricultura, pues, como se señaló más arriba, los suelos profundos se encuentran principalmente en zonas de clima árido y donde llueve en abundancia no hay tierra que cultivar. Las obras de riego remedian en parte esta situación, pero las existentes en San Luis Potosí son aún escasas y en general la cantidad de recursos acuíferos no es lo suficientemente grande para modificar de manera esencial la situación en la Altiplanicie.

Las únicas zonas agrícolas de relativa importancia son dos: 1º la parte sur de la Llanura de Rioverde, que posee suelos de buena calidad y abundancia de agua de riego, y 2º la zona del bosque tropical siempre verde, entre Tamazunchale y Tancanhuitz, donde las condiciones de humedad son tan favorables que hacen costear el cultivo sobre laderas de pendiente acentuada.

La agricultura de temporal (= sin ayuda de riego) se practica intensivamente, pero con un éxito aleatorio en otros sitios de la Sierra Madre Oriental y en la región entre Cerritos, Tierra Nueva, Lagunillas y Ciudad del Maíz. En el resto del Altiplano el cultivo de temporal es tan arriesgado que sólo resulta posible en combinación con otras actividades, como la ganadería, la pequeña minería, el aprovechamiento de las plantas silvestres, trabajos temporales en otros lugares, etc., y el área total ocupada para la agricultura es insignificante.

El impacto de la agricultura sobre la vegetación natural difiere por consiguiente de modo importante de un lugar a otro. En las zonas de riego se utilizan para cultivo generalmente en forma permanente las áreas que presentan las mejores características de suelo en cuanto a profundidad y fertilidad. En las zonas de temporal, de clima seco, son por lo común preferidos los lugares situados al pie de los cerros, en donde pueden aprovecharse las aguas provenientes del escurrimiento; cuando existen

valles intermontanos o dolinas, sus fondos también suelen dedicarse a este fin. Salvo los sitios particularmente favorables, este tipo de agricultura no utiliza las tierras de manera ininterrumpida, sino que en función de factores diversos los terrenos se dejan sin trabajar durante períodos variables, algunos se abandonan y en ocasiones se abren al cultivo nuevos.

Este sistema, que puede considerarse en cierto modo como intermedio entre el "dry farming" ("cultivo de secano") y una agricultura nómada, es aún más acentuado en la región húmeda del bosque tropical perennifolio y del bosque templado deciduo. Ahí, con raras excepciones, el terreno es montañoso y escarpado y el suelo escaso. La gran parte de la superficie ha sido desmontada y la vegetación primitiva se respetó solamente en las pendientes excepcionalmente abruptas o de muy difícil acceso. Fuera de los sitios dedicados a las plantaciones de café, los terrenos se demontan, se cultivan y se abandonan en forma periódica; los suelos se erosionan intensamente y se vuelven cada vez más someros, aflorando las salientes de las rocas.

Además del maíz, que es la planta principal, y que se siembra en todos los tipos de clima presentes, salvo en altitudes superiores a 2600 m, se practican con frecuencia y en forma intensiva los siguientes cultivos (en orden de importancia):

Altiplanicie

parte alta

frijol (Phaseolus spp.)
trigo (Triticum spp.)
chile (Capsicum spp.)
alfalfa (Medicago sativa)
cebada (Hordeum vulgare)

parte baja

garbanzo (Cicer arietinum)
frijol (Phaseolus spp.)
mandarina (Citrus nobilis)
cacahuete (Arachis hypogoea)
caña de azúcar (Saccharum officinarum)
algodón (Gossypium spp.)

Aloysia lycioides

Atriplex canescens (costilla de vaca, chamiso)

Bouteloua curtipendula

Bouteloua gracilis (zacate de cepillo)

Buchloe dactyloides (zacate chino)

Calliandra eriophylla

Dalea tuberculata (ramón)

Ephedra spp.

Krameria spp.

Menodora spp.

Opuntia (Platyopuntia) spp. (nopal)

Prosopis juliflora (mezquite)

Setaria macrostachya

Sporobolus Wrightii (zacatón)

Los sitios muy frecuentados por el ganado generalmente incluyen componentes ruderales en su vegetación, en particular los lugares de aglomeración, por ejemplo las cercanías de los agujajes, las áreas de sombra debajo de árboles de mezquite (Prosopis) y de algunas otras especies, donde descansa el ganado mayor en las horas más calientes del día, etc.

La ganadería es cuantitativamente mucho más importante en la Sierra Madre, en particular en sus declives inferiores, y en la Planicie Costera, criándose ahí casi exclusivamente el ganado vacuno. En las partes altas y medias de la Sierra Madre se trata por lo general de una ganadería extensiva, basada en el consumo de la vegetación herbácea y arbustiva silvestre por animales sueltos en el bosque. En las partes bajas de la Sierra, en cambio, y en muchas localidades de la Planicie Costera se practican procedimientos muy distintos que consisten en la destrucción de la vegetación natural mediante el fuego, en la siembra de gramíneas forrajeras introducidas (principalmente zacate guinea (Panicum maximum) y zacate pará (P. purpuras-

cens) y en el mantenimiento del ganado en parcelas cerradas o "potreros".

D. Aprovechamiento de especies silvestres

Además de ser objeto del consumo directo por parte del ganado, las plantas silvestres son explotadas en formas diversas por el hombre.

Aunque parece que nunca ha habido en San Luis Potosí explotaciones madereras en mayor escala, es general la utilización de los árboles para fines de construcción, elaboración de muebles, utensilios, etc. Entre las especies más frecuentemente empleadas para estos fines pueden citarse:

Carpodiptera Ameliae (telcón, pokchich)

Cedrela mexicana (cedro)

Chlorophora tinctoria (mora)

Cupressus sp. (cedro blanco)

Dalbergia sp. (escrito)

Guazuma ulmifolia (guásima, aquiche)

Juglans spp. (nogal)

Liquidambar styraciflua (somerio, copalillo)

Morus celtidifolia (mora)

Pinus spp. (pino, ocote)

Pithecolobium flexicaule (ébano)

Platanus spp. (álamo)

Prosopis juliflora (mezquite)

Prunus serotina (capulín)

Quercus spp. (encino, roble)

Sabal mexicana (palma)

Tabebuia pentaphylla (palo de rosa)

Numerosas especies de árboles se usan para cercas, postes, durmientes de ferrocarril, para leña y para la elaboración de carbón, cuyo consumo es muy extendido.

El uso de plantas leñosas fué aparentemente más intensivo en épocas del auge de la minería y en las primeras decenas de años de la existencia del ferrocarril, habiendo sufrido de manera particular la vegetación de los alrededores de San Luis Potosí y de Catorce (Beltrán, 1956).

En las partes áridas existen varias plantas que contienen fibras duras de buena calidad ("ixtle"), de las cuales dos: la lechuguilla (Agave lecheguilla) y la palma samandoca (Yucca carnerosana) se explotan industrialmente en forma intensiva, de manera que esta actividad constituye la principal fuente de ingresos de una parte de la población del Altiplano. Aunque el aprovechamiento de estas plantas no implica su destrucción, impide prácticamente la reproducción por semilla. En el extremo norte existen pequeñas áreas de explotación de cera de candelilla (Euphorbia antisiphilitica) y hasta el final de la segunda guerra mundial se colectaban grandes cantidades de guayule (Parthenium argentatum), del cual se extraía caucho.

En la región SW del Estado se explota industrialmente el maguey (Agave atrovirens) para la elaboración de una bebida alcohólica llamada mezcal. Esta industria tuvo un gran auge a principios del siglo, y debido a ello parecen haber disminuido notablemente las poblaciones silvestres de la plantas.

En la misma región se consumen en gran escala las "tunas" que son frutos de nopales (Opuntia (Platyopuntia) spp.), particularmente de la especie silvestre O. streptacantha ("nopal cardón"). Las cosechas de algunos años suelen ser muy abundantes y además del consumo en fresco se prepara por deshidratación una especie de dulce llamado "queso de tuna". Los artículos tiernos de diversos nopales se preparan cocidos a manera de verdura.

Frutos, semillas, flores y otras partes de diferentes especies de plantas son comestibles y en años de escasez de maíz o de mala situación económica su consumo es apreciable. Entre las más importantes pueden mencionarse:

<u>Acanthocereus pentagonus</u> (jacube)	tallo
<u>Agave</u> spp. (maguey)	pedúnculo floral "quiote"
<u>Brosimum alicastrum</u> (oshite, ojsch)	fruto
<u>Capsicum frutescens</u> (chile piquín, chilpitín)	fruto
<u>Cnidocolus multilobus</u> (mala mujer, ortiga)	botón floral
<u>Crataegus</u> spp. (tejocote)	fruto
<u>Dioon edule</u> (chamal)	semilla, rizoma
<u>Lemaireocereus</u> sp. (pitayo)	fruto
<u>Myrtillocactus geometrizans</u> (garambullo)	fruto, flor
<u>Pinus cembroides</u> (piñón)	semilla
<u>Pithecolobium dulce</u> (humo)	fruto
<u>Prosopis juliflora</u> (mezquite)	fruto
<u>Prunus serotina virens</u> (capulín)	fruto
<u>Sideroxylon tempisque</u> (cuamirro, tempesquite)	fruto
<u>Solanum</u> spp. (papita del monte)	tubérculo
<u>Yucca</u> spp. (palma)	inflorescencia, fruto

Los frutos del mezquite, los artículos de nopales (Opuntia (Platyopuntia) spp.), las partes tiernas de tallo de palma (Yucca spp.), de sotol (Dasyilirion spp.), de guapilla (Hechtia spp.) y de algunas otras plantas se ofrecen al ganado, especialmente en épocas de sequía prolongada o de escasez de otro alimento. Los frutos de mezquite y los artículos de nopal llegan a ser objeto de recolección intensiva y se transportan a distancia.

Numerosos otros usos tienen las plantas silvestres; muchas

se emplean como medicinales, condimenticias, como sustituto de jabón, como curtientes, para la elaboración de canastas, sombreros y petates, como sustituto de cordones, como ornamentales, etc. En muchos casos la explotación de estas especies ha hecho disminuir en forma apreciable sus existencias y ha reducido sus áreas de distribución.

E. Habitaciones y caminos

Un buen número de especies, en parte de origen extranjero, resultaron favorecidas por las condiciones ecológicas peculiares creadas por el hombre alrededor de sus habitaciones y a lo largo de los diferentes tipos de caminos. Son las llamadas plantas ruderales, casi todas ellas herbáceas y, frecuentemente, anuales.

Aunque muchas están adaptadas a una gran amplitud de condiciones ecológicas, por efecto de la competencia suelen formar comunidades más o menos bien definidas, en función del clima, del suelo y de otros factores. Se enumeran a continuación las especies más frecuentes de las principales regiones del Estado.

Parte alta de la Altiplanicie

Alternanthera repens

Amaranthus hybridus

Argemone arida

Argemone ochroleuca

Asphodelus fistulosus

Bidens pilosa

Buddleia verticillata

Cenchrus pauciflorus

Cestrum sp.

Chenopodium spp.

Chloris submutica

Chloris virgata

Conyza sp.

Cucurbita foetidissima

Cynodon dactylon

Datura meteloides

Eleusine indica

Erigeron delphinifolius

Erodium cicutarium

Eryngium carlinae

Eryngium heterophyllum

Galinsoga parviflora

<u>Gaura coccinea</u>	<u>Schkuhria Wislizenii</u>
<u>Lopezia</u> spp.	<u>Solanum eleagnifolium</u>
<u>Malva parviflora</u>	<u>Solanum heterodoxum</u>
<u>Marrubium vulgare</u>	<u>Solanum rostratum</u>
<u>Nicotiana glauca</u>	<u>Sonchus</u> sp.
<u>Nicotiana trigonophylla</u>	<u>Sphaeralcea angustifolia</u>
<u>Oenothera rosea</u>	<u>Taraxacum officinale</u>
<u>Oxalis corniculata</u>	<u>Tetracæa Coulteri</u>
<u>Parthenium bipinnatifidum</u>	<u>Teucrium cubense</u> var. <u>laevigatum</u>
<u>Plantago major</u>	<u>Tithonia tubaeformis</u>
<u>Physalis</u> spp.	<u>Tribulus terrestris</u>
<u>Phytolacca icosandra</u>	<u>Verbesina encelioides</u>
<u>Rumex</u> spp.	<u>Verbena canescens</u> <u>Roemeriana</u>
<u>Salvia reflexa</u>	<u>Verbena ciliata</u>
<u>Sanvitalia procumbens</u>	<u>Xanthium spinosum</u>

Parte baja de la Altiplanicie

<u>Amaranthus</u> sp.	<u>Cynodon dactylon</u>
<u>Ambrosia psilostachya</u>	<u>Datura meteloides</u>
<u>Anoda cristata</u>	<u>Dyssodia cancellata</u>
<u>Argemone grandiflora</u>	<u>Gomphrena decumbens</u>
<u>Argemone superba</u>	<u>Hackelochloa granularis</u>
<u>Aristida adscensionis</u>	<u>Heliotropium indicum</u>
<u>Asclepias curassavica</u>	<u>Ipomoea</u> spp.
<u>Blainvillea tampicana</u>	<u>Kallstroemia hirsutissima</u>
<u>Boerhaavia erecta</u>	<u>Melampodium divaricatum</u>
<u>Cassia occidentalis</u>	<u>Melochia pyramidata</u>
<u>Cassia tora</u>	<u>Nicotiana glauca</u>
<u>Cenchrus echinatus</u>	<u>Parthenium hysterophorus</u>
<u>Cestrum</u> sp.	<u>Physalis</u> spp.
<u>Chloris ciliata</u>	<u>Rhynchelytrum roseum</u>
<u>Crotalaria pumila</u>	<u>Salvia reflexa</u>
<u>Cucurbita foetidissima</u>	<u>Sanvitalia procumbens</u>

Sida neomexicana
Sida rhombifolia
Solanum rostratum
Sorghum halepense
Tithonia tubaeformis

Trichachne insularis
Tridax procumbens
Viguiera dentata
Xanthium chinense
Zinnia multiflora

Zonas de clima caliente

Achyranthes repens
Agdestis clematidea
Amaranthus spinosus
Anoda cristata
Argemone mexicana
Argemone grandiflora
Asclepias curassavica
Blainvillea tampicana
Boerhaavia erecta
Boerhaavia coccinea
Bryophyllum pinnatum
Cassia spp.
Cenchrus echinatus
Cestrum dumetorum
Cissampelos pareira
Cleome spinosa
Cynodon dactylon
Dactyloctenium aegyptium
Desmodium spp.
Eleusine indica
Eryngium nasturtiifolium
Euphorbia spp.
Florestina tripteris
Heliotropium indicum
Heliotropium angiospermum

Ipomoea spp.
Isocarpha oppositifolia
Kallstroemia maxima
Leonurus sibiricus
Macardenia procumbens
Malachra alceifolia
Melampodium divaricatum
Melanthera nivea
Melochia pyramidata
Parthenium hysterophorus
Paspalum conjugatum
Petiveria alliacea
Pluchea odorata
Psidium guajaba
Ruellia malacosperma
Salvia coccinea
Salvia misella
Salvia riparia
Sida pyramidata
Sida rhombifolia
Simsia submollicoma
Solanum spp.
Stemodia spp.
Teucrium cubense var. chamaedri-
folium

Thunbergia alataTurbina corymbosaTridax procumbensWaltheria americanaTriumfetta semitrilobaXanthium chinenseF. Incendios

Aunque no todos los incendios de la vegetación son provocados por el hombre, en la mayor parte de los casos la causa directa o indirecta del incendio reside en las actividades humanas.

En San Luis Potosí los incendios no son frecuentes en las zonas muy húmedas y tampoco ocurren en las áreas francamente áridas, pues la vegetación de estos tipos de clima presenta características desfavorables para la propagación del fuego.

La época seca, entre febrero y abril, es la más propicia para el desarrollo de los incendios; su frecuencia e intensidad están generalmente en función de los siguientes factores:

- a) intensidad de la sequía
- b) intensidad de los vientos
- c) intensidad de la precipitación en la última estación lluviosa
- d) intensidad de las heladas en la última estación fría

Los ganaderos suelen utilizar el fuego con múltiples propósitos. Como ya se había mencionado, en las regiones calientes se destruye la vegetación primitiva, quemándola, para sembrar después gramíneas forrajeras. En forma semejante, cabe añadir, procede en las mismas regiones el agricultor para efectuar el desmote.

En otras zonas, particularmente en las semi-áridas, donde la existencia de arbustos y árboles interfiere con el buen desarrollo de gramíneas u otras plantas herbáceas, la aplicación

del fuego crea muchas veces condiciones favorables para estas últimas y por lo tanto su uso es corriente.

El fuego tiene la reputación, además, de estimular la producción de brotes nuevos y tiernos, al destruir los tallos viejos de las plantas herbáceas y arbustivas, y de activar en general la producción forrajera. Incendios de este tipo se provocan con regularidad en los bosques de la Sierra Madre y en el caso de los encinares altos casi siempre se limitan a los estratos inferiores, en cambio en los bosques tropicales deciduos no es rara la destrucción de los árboles sobre zonas extensas.

Donde los incendios ocurren en forma frecuente la composición de la vegetación se modifica, pues plantas resistentes al fuego substituyen a las más susceptibles. Entre las especies, cuya existencia se ve favorecida por el fuego o "pirrofitas" pueden anotarse las siguientes: Arctostaphylos pungens, Brahea dulcis, Sabal mexicana.

VI. SINTESIS DE DATOS ECOLOGICOS GENERALES Y EVALUACION DE SUS RELACIONES CON LA VEGETACION

A. Resumen de los factores ecológicos sobresalientes

Con el objeto de facilitar la evaluación de la diversidad del medio ambiente y de sus relaciones con la vegetación, así como a fin de presentar un cuadro sintético abreviado de los factores ecológicos principales, para quien no esté interesado en leer los capítulos anteriores, se creyó conveniente formular el siguiente resumen.

El Estado de San Luis Potosí es atravesado en su extremo boreal por el Trópico de Cáncer; la mayor parte de su extensión se localiza sobre la Altiplanicie de México, otras fracciones corresponden a la Sierra Madre Oriental y a la Planicie Costera del Golfo de México. Morfológicamente consta de una sucesión de llanuras y sierras alargadas en el sentido N-S, en forma de escalones que suben desde casi el nivel del mar hasta unos 2000 m de altitud las primeras y hasta unos 3000 m las segundas. Predominan las rocas sedimentarias: calizas, aluviones, margas, lutitas; hacia el SW son abundantes rocas ígneas, principalmente riolitas.

El clima de la mayor parte del Estado (casi toda la zona correspondiente al Altiplano) es árido sin llegar a extremadamente árido, con precipitación media anual entre 250 y 500 mm, cuyo 80% se recibe en los meses de mayo a octubre; 8 a 11

meses son francamente deficientes en lluvia. La temperatura media anual de esa zona varía entre 13 y 22°C; las estaciones térmicas son levemente marcadas; suele helar en todos o en la mayor parte de los años, las nevadas están prácticamente restringidas a las altas montañas.

El otro contraste lo constituye la zona muy húmeda del extremo SE del Estado, donde llueve más de 2000 mm al año, con 0 a 2 meses secos. Esta región es casi en su totalidad caliente, con temperatura media anual entre 18 y 24°C.

Toda clase de situaciones intermedias entre estos dos extremos se localizan principalmente en la Planicie Costera y en la Sierra Madre, así como en algunas sierras aisladas en el Altiplano, con climas húmedos o semi-húmedos y templados o fríos, climas cálidos semi-secos, etc., pero siempre con la temporada de lluvias coincidiendo con la época caliente del año.

Pueden distinguirse dos gradientes generales de disminución de la humedad: uno más pronunciado en el sentido E-W y otro más débil en el sentido S-N.

Es de notarse la gran variabilidad de la precipitación de año a año, que es particularmente excepcional en la parte SE del Estado, donde las anomalías en relación con la curva de Conrad (1941) alcanzan valores hasta de 20%.

Los suelos del Estado son apenas conocidos y están en correlación muy evidente con la roca madre. Se les agrupa tentativamente en las categorías de serozem, suelos pardos no calizos, suelos margalíticos, suelos pardos forestales (del grupo podzólico) y suelos del complejo laterítico.

Las actividades humanas, en cuanto al disturbio de la vegetación, son muy acentuadas en las zonas húmedas y semi-húmedas calientes, donde la agricultura y la ganadería se practican en forma intensiva. En el resto del Estado la agricultura es de poca importancia, existe una ganadería raquílica (principalmente a base de cabras) y en algunas zonas la explotación de plantas sil-

vestres constituye la actividad económica de mayor significación.

B. Evaluación de los factores determinantes de la vegetación

El problema de la relativa importancia de los diferentes factores, cuya interacción establece el medio ambiente, en cuanto a su papel determinante de la vegetación, es una de las cuestiones que más han preocupado la mente de los interesados en ecología vegetal. Los puntos de vista de las diversas escuelas fitosociológicas difieren ampliamente en sus interpretaciones, que en casi todos los casos son más o menos especulativas, pues el campo no se presta fácilmente a estudios experimentales.

Dansereau, en un trabajo reciente (1956), intenta resumir los conocimientos actuales relativos a estos problemas y concluye que "... parece ser que el papel determinante del clima (en el sentido de la convergencia hacia un monoclímax) no es universalmente epistático sobre la influencia topográfica, edáfica y biológica Las fuerzas en juego deben considerarse por lo común como tendencias que actúan una en contra de la otra ...
... El papel determinante del clima resulta usualmente anulado, cuando alguno de los otros procesos alcanza su plena manifestación ..." (p. 64) (traducción libre).

El mismo autor analiza un gran número de situaciones y determina "constelaciones críticas" que le confieren preponderancia a un factor determinado; las incertidumbres son, sin embargo, aún tan grandes, que "... sólo una mejor comprensión de los procesos ecológicos nos permitirá saber más acerca del carácter eventualmente epistático, bien del clima, bien del relieve, bien del suelo, o bien de la flora ..." (op. cit.: 63) (traducción libre).

En el trabajo sobre la vegetación del Desierto Sonorense, Shreve (1951: 21-22) objeta abiertamente la aplicación del concepto de clímax (en el sentido de monoclímax) con referencia a

la zona por él estudiada, pues encuentra que los factores topográficos y edáficos son tan significativos en la determinación de la vegetación, que "... cada habitat en cada subdivisión del área del desierto tiene su propio clímax, mismo que requiere una definición elástica y no debe interpretarse como poseedor de ligas genéticas con algún otro clímax..." (traducción libre).

Richards (1952: 264-265) constata una situación análoga en los bosques tropicales perennifolios y en otros tipos de vegetación tropical de diferentes partes del mundo e insiste en la importancia de la topografía y del suelo, relacionándola con el hecho de que "... no uno, sino muchos diferentes tipos de suelo maduro pueden encontrarse uno al lado del otro dentro de la misma zona climática ... " (traducción libre).

El territorio de México parece caracterizarse, en gran parte, por combinaciones de factores ambientales favorables para la existencia de condiciones en que la topografía, el suelo, la roca madre y otros elementos lleguen a opacar o a atenuar la influencia del clima sobre la vegetación, y no existe una clara convergencia hacia un sólo clímax climático. Ejemplos de tales situaciones se citan en los trabajos de LeSueur (1945), Shreve (1951), Miranda (1952), Rzedowski (1957b). La experiencia personal del autor y las comunicaciones verbales de otros botánicos concedores de la vegetación del país indican que prácticamente en todas partes de México abundan casos en que las diferencias o semejanzas de la vegetación no encuentran explicación suficiente sólo en función de diferencias o semejanzas del clima.

El cuadro 2 resume los resultados que se han obtenido al tratar de correlacionar los diferentes tipos de vegetación de San Luis Potosí con la distribución de los factores más importantes del clima. Cada uno de los ocho conjuntos de esta manera distinguidos está más o menos bien determinado climáticamente; la distribución de los componentes de cada conjunto, en cambio, parece obedecer fundamentalmente a otro tipo de factores.

#	Conjunto	Altitud en m	Temp. media anual °C	Temp. mínima abs. °C	Precipitación media anual en mm	Meses secos P < 2T	Indice de eficiencia de la precipitación $I = P/1.7T$	Fórmulas climáticas (según Koeppen)
1	Bosque tropical perennifolio	50 - 800	20 - 24	0.5	1800 - 2600	0 - 2	360 - 620	Amwg, Cwag
2	Bosque tropical deciduo	50 - 800	20 - 26	± 0	1000 - 1800	2 - 6	240 - 360	Awg, Cwag
3	Bosque espinoso	20 - 150	24 - 26	< 0	900 - 1200	6 - ?	? - 240	Awg
4	Bosque deciduo templado	600 - 1500	±16 - 21	< 0	±1500 - ?	0 - ±2	±480 - ?	Cwag, Cwbw
5	Encinar - pinar	600 - 2800	±8 - 21	< 0	±700 - ±1800	±2 - 6	±240 - ±480	Cwag, Cwbw
6	Zacatal - encinar arbustivo - piñonar	1600 - 3000	±12 - 19	< 0	350 - ±750	6 - 7	120 - ±240	Cwbw, BSkwg
7	Matorral submontano - mezquital extradesértico	800 - 1700	19 - 23	< 0	450 - ±900	6 - 7	120 - ±240	Cwag, BShwg
8	Matorral desértico micrófilo - matorral desértico rosetófilo - matorral crasicale	1000 - 2600	±15 - 22	< 0	270 - 500	7-11	? - 120	BSkwg, BShwg, BWkwg, BWhwg

Cuadro 2. Resumen de algunos factores ecológicos propios de los tipos de vegetación de San Luis Potosí (explicación en el texto). El signo ± significa dato estimado.

En el cuadro se incluyen, además de datos climatológicos convencionales, el índice de eficiencia de la precipitación, calculado según la fórmula de Setzer (1946); el número de meses secos, estimado de acuerdo con el criterio de Bagnouls y Gausson (op. cit.: 194), así como la fórmula climática de Koeppen (loc. cit.). Las cifras del cuadro no tienen más que un valor aproximado y el arreglo es esencialmente de tipo esquemático. No ha sido posible representar en él los efectos de la interacción y del reemplazo de factores.

Los siguientes son los casos más sobresalientes de preponderancia de los efectos del suelo, roca madre o topografía, en cuanto a sus influencia sobre la vegetación del Estado de San Luis Potosí.

El encinar de Quercus oleoides es una asociación ligada al suelo ácido de arcilla roja, en situaciones de topografía casi plana, que se desarrolla en condiciones de clima "normalmente" correspondiente al bosque tropical perennifolio. Dentro de este último tipo de vegetación la comunidad clímax característica de las laderas de los cerros no parece ser idéntica, además, a la que se supone existía en terrenos aluviales.

El bosque tropical deciduo y el bosque espinoso, considerados a una escala más amplia, no corresponden al mismo tipo de clima, pero de sus respectivas áreas de distribución en la región estudiada puede deducirse que a veces conviven en la misma zona. En estos sitios el bosque tropical deciduo ocupa las laderas de los cerros calizos, mientras el bosque espinoso se desarrolla sobre terrenos planos o poco inclinados con margas o lutitas como substrato geológico.

El encinar y el pinar incluyen diversas comunidades de plantas, cuya distribución geográfica está ligada en muchos casos con las diferencias de clima; en otras ocasiones, sin embargo, está francamente en función de la distribución de la roca o del

suelo.

Los límites entre los miembros del conjunto: zacatal - encinar arbustivo - piñonar, están generalmente determinados por condiciones topográficas, aunque otras veces las diferencias del suelo parecen jugar un papel importante.

El matorral submontano y el mezquital extradesértico están estrechamente ligados en su distribución y exigencias climáticas; el primero se desarrolla sobre laderas de cerros con suelo somero, el segundo en sitios de acumulación de materiales aluviales. Cabe agregar asimismo que la roca madre influye en la composición de las comunidades correspondientes al matorral submontano; son particularmente notables las diferencias entre los substratos calizo por una parte y el ígneo por la otra.

Los componentes del conjunto: matorral desértico micrófilo - matorral desértico rosetófilo - matorral crasicaule, tienen en San Luis Potosí exigencias climáticas aproximadamente análogas y su incidencia está en clara relación con las características de roca madre y de suelo. El primero es propio de suelos aluviales, el segundo de laderas calizas y el tercero del substrato ígneo.

De todo lo anterior puede concluirse que sin menoscabo del clima como factor primario determinante de la vegetación, su papel en la región estudiada parece ser menos omnipotente en comparación con lo que se conoce de zonas de clima templado de altas latitudes, donde toda la vegetación suele interpretarse en términos de convergencia hacia un monoclímax o clímax climático.

Las formaciones a que se hizo referencia tienen apariencia de ser fisonómicamente estables, en equilibrio con el habitat y sin tendencias de transformarse en otras agrupaciones vegetales. Cada una de ellas parece ser el estado final de la sucesión, y por consiguiente amerita el nombre de clímax. A muchas comunidades de este tipo se acostumbra denominar clímax edáfico o clímax fisiográfico (comp. Richards, op. cit.: 265), pero en estos casos se suele reconocer para cada conjunto una asociación (real o

hipotética) que correspondería al clímax climático. En la mayor parte de los casos descritos más arriba es muy difícil, si no imposible, decidir cual de las unidades debe considerarse como clímax climático, pues como lo señala Shreve (1951: 21) no existe liga genética entre ellas.

En las consideraciones anteriores no se tomó en cuenta, con toda intención, el factor humano, pues se trató de evaluar, antes que todo, la relativa importancia del clima en contraposición a los factores fisiográficos. Tal enfoque, aunque interesante y útil, es hasta cierto punto idealizado y ficticio, ya que la influencia directa o indirecta del hombre sobre la vegetación se nota en cualquier sitio de la región estudiada. Las actividades humanas constituyen, sin duda, otro componente ecológico entre los que integran el conjunto del medio ambiente de la vegetación, y su importancia a menudo sobrepasa la de todos los demás factores, si bien en otros casos es relativamente poco apreciable.

Convencionalmente, los efectos del impacto del hombre sobre la vegetación en San Luis Potosí (al igual que en muchas otras partes) pueden agruparse dentro de las siguientes categorías:

- a) destrucción (casi siempre) completa de la vegetación primitiva, ligada con la presencia de habitaciones y caminos; cuando las condiciones lo permiten, puede haber en estos sitios un desarrollo más o menos exuberante de plantas ruderales (p. 60);
- b) destrucción (casi completa) de la vegetación primitiva, ligada con las actividades agrícolas o con la siembra o plantación de especies útiles en general; en este caso además de las plantas cultivadas crecen generalmente en los campos, huertas o jardines otras especies vegetales, en gran parte de tipo arvense;

- c) presencia de comunidades secundarias que no están en equilibrio con el medio ambiente, sucediendo unas a otras; estas comunidades seriales son muy variadas, dependiendo tanto del clima, del suelo y de la topografía, como frecuentemente también de la forma y de la duración de la causa del disturbio, que en la mayor parte de los casos consiste en el abandono de terrenos agrícolas, incendio, o simple desmonte; las características de algunas de estas comunidades se discuten someramente en las descripciones de los tipos de vegetación "clímax" correspondientes;
- d) presencia de comunidades más o menos estables, cuya existencia se debe a la acción permanente o periódica de la influencia humana, en especial del pastoreo y del fuego; se trata de agrupaciones vegetales de tipo subclímax, de acuerdo con la terminología propuesta por Clements (1928: 107);
- e) modificación leve o profunda de la composición florística y de la estructura de las comunidades clímax, sin desvirtuarlas por completo; debida fundamentalmente al pastoreo extensivo, a incendios irregulares y a la explotación de especies silvestres; este es el caso de la mayor parte de los bosques y matorrales existentes, que se encuentran en condiciones de conservación no muy lejanas de las naturales.

Estos y otros tipos de disturbio se superponen sobre las comunidades determinadas por factores independientes del hombre, si bien es indudable que en numerosos casos existen diversas formas de interacción. La importancia relativa de los diferentes tipos de influencia humana varía mucho de un lugar a otro, por lo cual su evaluación no es sencilla.

VII. COMPOSICION FLORISTICA

A. Afinidades de la flora y regiones florísticas

Las afinidades de la flora de las diferentes regiones del Estado de San Luis Potosí resultan ser ampliamente divergentes.

La zona húmeda y caliente del SE del Estado, particularmente de los alrededores de Tamazunchale, presenta relaciones florísticas meridionales, francas y casi exclusivas. De ahí se extiende una faja de bosque tropical húmedo en forma casi ininterrumpida hasta el norte de Argentina, y no es de extrañarse por lo tanto esta afinidad. El área de distribución de un buen número de sus especies llega hasta Sudamérica, como por ejemplo:

Bursera simaruba

Byttneria aculeata

Calliandra portoricensis

Ceiba pentandra

Celtis iguanea

Chlorophora tinctoria

Cordia alliodora

Dendropanax arboreus

Faramea occidentalis

Guazuma ulmifolia

Inga spuria

Muntingia calabura

Parathesis serrulata

Pluchea odorata

Rhipsalis cassutha

Spondias mombin

Tabebuia pentaphylla

Thevetia peruviana

Trema micrantha

Trophis racemosa

Vitis tiliaefolia

La mayor parte de las especies propias del bosque clímax alcanzan sólo Centroamérica en su distribución, entre ellas pueden mencionarse:

Achras sapota

Alchornea latifolia

Brosimum alicastrum

Carpodiptera Ameliae

Celtis monoica

Chrysophyllum mexicanum

Ficus cotinifolia

Ficus glaucescens

Ficus padifolia

Hasseltia mexicana

Pouteria Durlandii

Sideroxylon tempisque

Yucca elephantipes

Zuelania guidonia

comportándose de la misma manera muchos otros elementos propios de las comunidades secundarias.

Todas estas especies son particularmente características de las zonas bajas de la vertiente atlántica del SE de México, con el cual existe por consiguiente la mayor afinidad florística de la región mencionada.

Cabe indicar que la zona caliente y húmeda de San Luis Potosí parece constituir el límite norte en América continental de la distribución geográfica de varios géneros de plantas tropicales, como:

Achras

Alchornea

Costus

Faramea

Hasseltia

Lithachne

Muntingia

Saurauia

Zebrina

Zinowiewia

pero, por el contrario, no llegan aparentemente a los límites del mismo Estado las áreas de muchos otros géneros característicos de los bosques húmedos del SE de México, como por ejemplo:

AndiraBernoulliaBucidaDialiumMyroxylonOecopetalumPeraPoulseniaSchizolobiumSloaneaSterculiaSweetiaTerminaliaVochysia

Si bien es incuestionable la dominancia de los elementos tropicales en la zona citada, resalta tanto más la presencia de algunos géneros de afinidades holoárticas: Celtis, Platanus, Populus, Quercus, Taxodium, Vitis, que tal vez podrían considerarse como reliquias de los tiempos en que la influencia de la flora boreal era más importante en México.

La flora de la zona cálida semi-húmeda a algo seca del SE del Estado (alrededores de Ciudad Valles y Tamuín) también se caracteriza por sus afinidades meridionales, aunque no tan marcadas como en el caso anterior. Hay numerosos elementos comunes con la flora de la tierra caliente de la vertiente pacífica de México; relativamente pocos con la de la Península de Yucatán y de la región antillana; algunos con la flora de las partes semi-áridas de la Altiplanicie, y además un número relativamente grande de especies endémicas. Es de particular interés esta última circunstancia, que encuentra su explicación en el hecho de que se trata de un islote relativamente pequeño de bosque tropical deciduo, que está en la actualidad totalmente aislado de otras áreas cubiertas por este tipo de vegetación. Es probable que el mencionado aislamiento data de mucho tiempo atrás.

Entre las plantas que atestiguan las relaciones meridionales pueden citarse:

<u>Acanthocereus pentagonus</u>	<u>Mimosa albida</u>
<u>Bromelia pinguin</u>	<u>Petrea volubilis</u>
<u>Bursera simaruba</u>	* <u>Phyllostylon brasiliense</u>
<u>Callicarpa acuminata</u>	<u>Piscidia piscipula</u>
* <u>Cassia emarginata</u>	<u>Pisonia aculeata</u>
<u>Celtis iguanea</u>	<u>Pithecolobium dulce</u>
* <u>Chiococca alba</u>	* <u>Salvia coccinea</u>
<u>Cordia alba</u>	<u>Tabebuia pentaphylla</u>
* <u>Croton niveus</u>	<u>Thevetia peruviana</u>
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	<u>Trichilia havanensis</u>
* <u>Guazuma ulmifolia</u>	<u>Trichilia hirta</u>
<u>Hamelia erecta</u>	<u>Zanthoxylum fagara</u>
<u>Mikania cordifolia</u>	

cuya área de distribución se extiende hasta Sudamérica.

La similitud de condiciones climáticas es la causa fundamental de la significativa afinidad florística con la región costera pacífica del W y del SW de México y de América Central. Son representativos de esta afinidad:

* <u>Acacia Coulteri</u>	<u>Hybanthus mexicanus</u>
<u>Antigonon leptopus</u>	<u>Lysiloma acapulcensis</u>
* <u>Brahea dulcis</u>	* <u>Lysiloma divaricata</u>
<u>Colubrina glomerata</u>	<u>Morisonia americana</u>
<u>Crescentia alata</u>	* <u>Pistacia mexicana</u>
* <u>Esenbeckia Berlandieri</u>	* <u>Randia laetevirens</u>

además de muchas otras especies características en general de la vegetación de las tierras calientes de México.

No debe pasar inadvertido, sin embargo, que faltan en San Luis Potosí diversos elementos frecuentes en los bosques tropicales de la vertiente pacífica, como por ejemplo las numerosas especies del género Bursera, así como los géneros Alvaradoa,

Astronium, Cyrtocarpa, Gyrocarpus, Hampea, Pileus, Swietenia, y muchos más.

Con las partes menos húmedas de la Península de Yucatán son pocos los elementos comunes significativos, pues casi en su totalidad se trata de especies que existen también en otras partes de México y de Centroamérica, como por ejemplo:

<u>Bombax ellipticum</u>	* <u>Krugiondendron ferreum</u>
<u>Bursera simaruba</u>	* <u>Phyllostylon brasiliense</u>
<u>Cedrela mexicana</u>	<u>Piscidia piscipula</u>
<u>Ceiba pentandra</u>	<u>Podopterus mexicanus</u>
<u>Chlorophora tinctoria</u>	<u>Protium copal</u>
* <u>Colubrina reclinata</u>	<u>Sabal mexicana</u>
<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	<u>Tabebuia pentaphylla</u>
* <u>Ficus cotinifolia</u>	<u>Trichilia hirta</u>
<u>Guazuma ulmifolia</u>	<u>Zuelania guidonia</u>

Existe, en cambio, en la mencionada región un número relativamente considerable de especies endémicas, de área de distribución restringida a la zona de los bosques tropicales deciduo y espinoso o al NE de México, incluyendo a veces la zona adyacente del SW de Texas. Entre estas pueden mencionarse:

* <u>Acacia amentacea</u>	* <u>Helietta parvifolia</u>
<u>Acacia unijuga</u>	<u>Leucaena pulverulenta</u>
<u>Annona globiflora</u>	<u>Manihot Pringlei</u>
<u>Beaucarnea inermis</u>	* <u>Mimosa leucaenoides</u>
* <u>Blainvillea tampicana</u>	* <u>Neopringlea integrifolia</u>
* <u>Cassia potosina</u>	* <u>Phoebe tampicensis</u>
<u>Cercidium macrum</u>	* <u>Pithecolobium brevifolium</u>
* <u>Cordia Boissieri</u>	<u>Pithecolobium flexicaule</u>
* <u>Diospyros Palmeri</u>	* <u>Psidium Ehrenbergii</u>
* <u>Ehretia elliptica</u>	* <u>Randia rhagocarpa</u>
* <u>Eupatorium spinaciaefolium</u>	* <u>Wimmeria concolor</u>
* <u>Harpalyce arborescens</u>	<u>Yucca treculeana</u>

Cabe hacer notar que se trata de especies pertenecientes a géneros de afinidad meridional o de distribución pantropical, en su mayoría.

† Se han marcado con asterisco todos aquellos elementos florísticos de los bosques tropicales deciduo y espinoso de San Luis Potosí, que se extienden al lado occidental de la Sierra Madre Oriental, para formar parte de las comunidades arbustivas de las porciones bajas y semi-áridas de la Altiplanicie (800 - 1700 m de altitud) en el mismo Estado, así como en zonas adyacentes de Tamaulipas, Querétaro y Guanajuato, dentro del tipo de vegetación denominado en este trabajo como matorral submontano.

En esta área hay además otros elementos del mencionado grupo de endemismos, como:

Acacia Berlandieri

Acacia parviflora

Astrocasia neurocarpa

Ayenia rotundifolia

Bonetiella anomala

Casimiroa Pringlei

Celosia Palmeri

Citharexylum Rosei

Flourensia laurifolia

Gochnatia hypoleuca

Karwinskia mollis

Portlandia mexicana

Pseudosmodingium Virletii

Yucca potosina

La participación en el matorral submontano de elementos comunes con las zonas más altas del Altiplano es menor de lo que podría esperarse; destacan aquí:

Dalea tuberculata

Dodonaea viscosa

Eysenhardtia polystachya

Hyptis albida

Krameria cytisoides

Lindleyella mespiloides

Myrtillocactus geometrizans

especies, en su mayoría, también de afinidades tropicales.

La región húmeda de Xilitla y Tamazunchale incluye muchos sitios de altitud superior a 800 m, en los cuales suele dominar el bosque deciduo con Quercus y Liquidambar, que se considera comparable al bosque deciduo de climas templados de latitudes superiores (Miranda y Sharp, 1950). Sus relaciones florísticas, sin embargo, sólo en parte se dirigen hacia el norte a través de:

Arisaema dracontium

Carya spp.

Cercis canadensis

Chaetoptelea mexicana

Cornus spp.

Liquidambar styraciflua

Magnolia dealbata

Morus celtidifolia

Parthenocissus quinquefolia

Quercus spp.

Rhamnus capraefolia

Rhus toxicodendron

Sanicula liberta

Tilia floridana

Vitis spp.



pues la mayoría de sus componentes es más bien de origen tropical (primera columna), o local, pero con afinidades meridionales (segunda columna):

Calliandra portoricensis

Dendropanax arboreus

Heliconia Schiedeana

Heliocarpus spp.

Oplismenus hirtellus

Persea spp.

Sapindus saponaria

Saurauia sp.

Tillandsia Schiedeana

Baccharis trinervia

Begonia spp.

Bocconia arborea

Chamaedorea spp.

Citharexylum lucidum

Clethra spp.

Cnidoscolus multilobus

Dalbergia sp.

Daphnopsis mollis

Deppea sp.

Oreopanax xalapensis

BIBLIOTECA

UNAM

MEXICO

Platymiscium sp.Rondeletia spp.Tibouchina sp.Zanthoxylum sp.

En cuanto a las demás zonas cubiertas por bosques y matorrales con dominancia de Quercus, Pinus o Juniperus, correspondientes a un clima templado semi-húmedo a semi-árido, su flora es en general la característica de las sierras mexicanas. Muchos de sus elementos presentan vínculos con grupos de distribución boreal, por ejemplo:

Abies guatemalensisAlnus spp.Amelanchier denticulataArbutus spp.Arctostaphylos spp.Arenaria spp.Calochortus barbatusCastilleja spp.Ceanothus spp.Conopholis mexicanaCornus discifloraCrataegus spp.Cupressus sp.Garrya spp.Gaura coccineaHeuchera mexicanaHoustonia rigidiusculaJuglans mollisJuniperus spp.Lonicera pilosaOstrya virginianaParthenocissus quinquefoliusPenstemon spp.Pinguicula caudataPinus spp.Platanus glabrataPrunus serotinaQuercus spp.Ribes neglectumSanicula libertaSymphoricarpos microphyllusThalictrum sp.Xolisma squamulosa

Es de agregarse que las anteriores son, en su mayoría, especies mexicanas, o cuyas áreas de distribución sobrepasan ligeramente los límites de este país, pertenecientes a géneros neárti-

cos u holoárticos; su parentesco más cercano es generalmente con plantas de las montañas del oeste de los Estados Unidos de América.

La zona de clima templado semi-húmedo presenta asimismo un componente meridional importante. Se trata, en su mayor parte, de elementos de afinidad andina o de géneros de distribución mexicana-centroamericana-sudamericana de montaña. Aquí pertenecen entre otros:

Ageratum corymbosum

Baccharis spp.

Bouchetia erecta

Brickellia spp.

Calea spp.

Chaptalia spp.

Cosmos spp.

Echeandia macrocarpa

Eupatorium spp.

Fuchsia spp.

Galinsoga parviflora

Lamourouxia spp.

Nierembergia angustifolia

Piptochaetium spp.

Piqueria trinervia

Stevia spp.

Tagetes spp.

Verbesina spp.

Zephyranthes spp.

También es importante el número de especies pertenecientes a géneros, cuya área de distribución está restringida a México o cuyo centro de distribución parece ser México:

Agave spp.

Bouvardia spp.

Brahea decumbens

Cacalia spp.

Carpochaete Schaffneri

Cercocarpus spp.

Crusea spp.

Dahlia spp.

Iostephane heterophylla

Lennoa madreporoides

Lopezia spp.

Milla biflora

Nemastylis tenuis

Nolina spp.

Perymenium spp.

Pinaropappus roseus

Poliomintha marifolia

Sabazia humilis

Selenicereus spinulosusZinnia spp.Tauschia nudicaulis

En cuanto a afinidades más localizadas, las zonas templadas semi-húmedas situadas en el este del Estado participan fundamentalmente de elementos característicos de la Sierra Madre Oriental, mientras que las ubicadas más al oeste presentan además de la anterior una influencia considerable de la flora del Eje Volcánico Transversal y de la Sierra Madre Occidental. Las relaciones con la Sierra Madre del Sur y con las montañas de Chiapas y de Centroamérica son menos pronunciadas.

Una participación florística análoga a la anterior puede encontrarse en la vegetación de las regiones francamente áridas, pero cabe quizás distinguir primero algunas afinidades regionales. La zona árida de San Luis Potosí, como es sabido, continúa hacia el norte hasta Texas y Nuevo México, formando el llamado "Desierto* Chihuahuense", más o menos separado hacia el NW del "Desierto* Sonorense", y hacia el S de las zonas áridas queretana e hidalguense. Las floras de los dos primeros presentan numerosas especies en común. Aparte de muchos elementos de distribución amplia, es significativa la presencia en ambas zonas de los siguientes taxa:

Acacia constrictaChamaesaracha coronopusAtriplex canescensColdenia canescensBahia absinthifoliaCondalia lycioidesCalliandra eriophyllaCondalia spathulata

* El término "desierto" se emplea en este trabajo, siguiendo la usanza de los autores norteamericanos. En realidad, apenas existen en México zonas que pudieran calificarse como verdaderos desiertos desde el punto de vista climatológico.

Descurainia pinnata
Ephedra aspera
Hibiscus Coulteri
Holacantha Emoryi
Koeberlinia spinosa
Larrea divaricata
Lycium Berlandieri

Nama hispidum
Opuntia leptocaulis
Parthenium incanum
Perezia nana
Tetraclea Coulteri
Tidestromia lanuginosa

Por otra parte, en función de la separación topográfica y ecológica entre ambas zonas, existen géneros característicos de la región sonorensis que no se encuentran del lado oriental de la Sierra Madre Occidental, como por ejemplo:

Atamisquea
Berginia
Brandegea
Canotia
Carnegiea
Dryopetalon
Galvezia
Greenella

Idria
Isomeris
Lophocereus
Machaerocereus
Olneya
Pachycormus
Simmondsia

Casi la totalidad de los elementos florísticos propios de las partes áridas de San Luis Potosí extienden su área de distribución más hacia el norte, pero una buena parte de ellos en cuenta aparentemente su límite sur en este Estado. A este gru po pertenecen entre otros:

Agave asperrima
Aralia regeliana
Berberis pinifolia
Buddleia marrubiifolia
Condalia lycioides

Dalea Berlandieri
Dalea Lloydii
Ephedra aspera
Ephedra pedunculata
Eysenhardtia parvifolia

Ferocactus PringleiGerardia GreggiiHesperaloe funiferaHolacantha EmoryiLeucophyllum zygophyllumMacrosiphonia macrosiphonNama PalmeriOrthosphenia mexicanaPeganum mexicanumPithecolobium elasticophyllumRoseocactus KotschoubeyanusViguiera stenolobaYucca carnerosanaZinnia juniperifoliaZinnia pumila

En contraste, existe sólo un número relativamente corto de especies características de las zonas áridas del Centro y Sur de México que parecen encontrar su límite norte en San Luis Potosí:

Acanthothamnus aphyllusCalibanus HookeriLemaireocereus DumortieriMachaonia CoulteriMyrtillocactus geometrizansSphacele mexicana

En la composición de la flora xerófila de la región estudiada intervienen algunos géneros, cuyas especies existen en las partes áridas de diversos continentes:

ArtemisiaAtriplexEphedraFrankeniaLyciumMenodoraPeganumProsopisStipaSuaedaTribulus

Otra fuente que ha servido como punto de partida para la evolución de formas que colonizaron la zona de clima árido de San Luis Potosí consistió en grupos esencialmente mesófilos, como por ejemplo los géneros siguientes, que presentan una o unas pocas especies adaptadas a las condiciones de aridez:

AneilemaBauhiniaBerberisBrickelliaCalliandraCastillejaCeltisCheilanthesClematisCitharexylumCommelinaCuscutaEcheveriaEupatoriumGerardiaHibiscusHoustoniaJatrophaLinumLobeliaOxalisPanicumPenstemonPolygalaRhusRusseliaSalviaSenecioTeucriumTillandsiaTradescantiaVerbesinaZexmenia

Un gran número de especies pertenece a géneros, que parecen haber evolucionado en las zonas áridas de México y de países adyacentes, pues su distribución está restringida a esta área (se incluyen solamente los géneros de los que se conoce más de una especie):

AcleisanthesAgaveAphanostephusAriocarpusAstrophytumChoisyaChrysactiniaCoryphanthaCowaniaCyphomerisDasyilirionDicraurusEchinocereusEucnideFerocactusFouquieriaKarwinskiaLeucophyllum

Lophophora
Maximowiczia
Mortonia
Myrtillocactus
Neolloydia
Nerisyrenia
Nicolletia
Nolina

Sartwellia
Synthlipsis
Thelocactus
Tidestromia
Tridens
Vauquelinia
Yucca

En otros casos ciertas relaciones fitogeográficas sugieren este origen, como sucede con:

Bahia
Bouteloua
Flaveria
Franseria

Lesquerella
Mammillaria
Nama
Parthenium

La existencia de un componente de afinidad sudamericana en la flora de las regiones áridas de México ya fue señalada por Johnston (1940). Entre los géneros conocidos de San Luis Potosí pertenecen probablemente a este grupo:

Allionia
Aplopappus
Baccharis
Castela
Condalia
Flourensia
Gochnatia
Gutierrezia
Hoffmannseggia
Koeberlinia
Krameria

Larrea
Loeselia
Macrosiphonia
Maytenus
Mentzelia
Nicotiana
Perezia
Prosopis
Scleropogon
Tillandsia
Tragia

TrixisViguieraVerbesinaZexmenia

El componente boreal, en cambio, es mucho menos importante, estando representado fundamentalmente por plantas herbáceas; pudiendo citarse:

CastillejaHoustoniaFraxinusIvaGerardiaPenstemon

Resumiendo, pueden distinguirse en el Estado de San Luis Potosí 6 regiones florísticas, cuya extensión concuerda a grandes rasgos con la de las zonas fisiográficas, climáticas y de vegetación:

- 1^a La región caliente y húmeda entre Aquismón y Tamazunchale, presenta relaciones prácticamente exclusivas con las zona de la vertiente atlántica del SE de México y con Centroamérica, que a su vez tienen fuertes ligas con Sudamérica.
- 2^a La región caliente y semi-húmeda a algo seca de la Planicie Costera y de las primeras estribaciones de la Sierra Madre, en la zona de Ciudad Valles, también presenta afinidades meridionales, pero desde el punto de vista florístico está más estrechamente ligada con la vertiente pacífica de México y de Centroamérica, y además se caracteriza por un gran número de especies endémicas, propias del NE de México.
- 3^a Una región florísticamente afín a la anterior, en la cual el mencionado elemento endémico es aún más importante, a expensas de las afinidades con el sur de México;

se localiza en las partes bajas y semi-áridas del Altiplano, principalmente alrededor de la Llanura de Rioverde.

- 4^a La región húmeda y templada, que ocupa angosta franja situada en la Sierra Madre Oriental, al poniente de la región 1^a, presenta una mezcla de elementos de afinidad boreal (SE de los Estados Unidos) con otros de afinidad meridional (SE de México y Centroamérica), siendo fisonómicamente más importantes los primeros, pero más numerosos los segundos.
- 5^a La región semi-húmeda y templada de la Sierra Madre Oriental y de otras sierras del Estado presenta una flora característica de las partes altas de México en general. Son numerosos los géneros con relaciones boreales, principalmente con el W de Norteamérica, aunque existe también una participación importante de géneros restringidos a México y de otros con afinidades meridionales, pero más bien de tipo andino o de montaña.
- 6^a La flora de la región de clima árido está ligada con la de las zonas secas de México en general y con la del Desierto Chihuahuense en particular. Esta flora presenta un gran número de géneros endémicos de México, además de otros de distribución neotropical y sólo unos pocos con afinidades boreales.

De lo anterior puede deducirse también que es posible distinguir tres elementos fundamentales en la flora de San Luis Potosí, a mencionar en orden de importancia: el meridional, el autóctono y el boreal. Las localidades con clima caliente se caracterizan casi siempre por la dominancia del elemento meridional (neotropical). La escasez de humedad va primordialmente correlacionada con la importancia del elemento autóctono (mexicano). El elemento boreal (neártico, holoártico) tiene su mayor importancia en sitios con temperaturas más bajas. Es interesante señalar, ade-

más, que la aridez "favorece" notablemente la participación del elemento meridional en perjuicio del boreal.

Este último fenómeno parece ser diametralmente opuesto al que denota la distribución de los mamíferos de la zona árida de San Luis Potosí, cuyas afinidades son francamente holoárticas (Dalquest, 1953: 8-9).

Aunque las mencionadas correlaciones sólo deben considerarse como tendencias generales, su validez como tales puede hacerse quizás extensiva a muchas otras regiones de México.

B. Factores históricos de la distribución geográfica

No todas las características de la distribución geográfica de las plantas de San Luis Potosí y de regiones adyacentes encuentran una explicación satisfactoria a la luz de condiciones climáticas y fisiográficas actuales. Es particularmente notable la afinidad florística entre la zona caliente del área de Ciudad Valles y Tamuín (bosque tropical deciduo y bosque espinoso) con la zona semi-árida de las partes bajas del Altiplano (matorral submontano). Las dos regiones están separadas entre sí por el macizo de la Sierra Madre Oriental, que ostenta una flora y vegetación muy diferente (encinar) y sólo existen estrechas zonas de contacto en los fondos de las barrancas de uno o dos ríos que atraviesan la Sierra. Tales zonas de contacto, si acaso suficientes para justificar ligeras afinidades faunísticas (Dalquest, op. cit.: 9), no lo parecen para explicar las estrechas relaciones entre las floras. Aún más interesante es la semejanza de las floras de ambas zonas mencionadas con la de la vertiente pacífica de México y Centroamérica, actualmente separadas por barreras climáticas infranqueables. Se trata probablemente de relaciones florísticas que datan de épocas en que un clima más caliente que el actual prevalecía sobre amplias áreas. Como reliquias de esos tiempos deben considerarse asimismo las

especies termófilas de distribución discontinua, como Bursera microphylla y Pseudosmodingium multifolium, que se encuentran en localidades de exposición sur en los cañones de los afluentes del Pánuco, y cuya área principal de distribución se halla actualmente en otras partes de México.

La distribución discontinua de plantas como Larrea (Rzedowski y Medellín Leal, 1958), Parthenium argentatum (Rollins, 1950: 42), Flourensia cernua, Lophophora Williamsii, Koeberlinia spinosa, Acanthothamnus aphyllus, que además del Desierto Chihuahuense, abarca zonas aisladas en Querétaro, Hidalgo o Puebla, sugiere una mayor continuidad de las áreas del clima seco hacia el sur en alguna época.

La presencia en la Sierra de Catorce, cuya elevación no es suficiente para que se alcance el límite altitudinal superior de la vegetación arbórea, de una reliquia como Juniperus monticola f. compacta, característica del piso alpino de algunos volcanes del Eje Volcánico Transversal y también del Cerro Potosí en Nuevo León, no se explica fácilmente si no se supone la existencia, durante cierto tiempo, de un clima más frío que el actual.

La distribución discontinua de elementos del bosque templado deciduo, como Liquidambar styraciflua, que existe en el SE de San Luis Potosí, en el SW de Tamaulipas, y sólo vuelve a aparecer a 700 km de distancia en el E de Texas, sugiere en cambio una mayor extensión de zonas de clima más húmedo en eras anteriores.

La interpretación de estos hechos, de acuerdo con los criterios (Wulff, 1950: 137-163; Cain, 1951: 107-127) y conocimientos actuales podría ser la siguiente:

Como es sabido, México y Centroamérica se consideran como la zona limítrofe entre las regiones biogeográficas Holoártica y Neotropical (Smith, 1940; Good, 1953: 29-31; Gaussen, 1954: 187) y como la vía de frecuentes e importantes migraciones de floras y faunas (Smith, 1949; Dressler, 1954; Martin y Harrell, 1957;

Miranda, 1959). Las causas de tales migraciones se explican fundamentalmente en función de cambios climáticos seculares, así como de profundas modificaciones que ha sufrido la fisiografía del territorio. Los primeros, como se asegura, fueron particularmente acentuados en el Pleistoceno, pero también existentes en el Terciario y en épocas anteriores (Good, op. cit.: 334-343; Miranda, op. cit.). Así un enfriamiento del área debía haber activado el desplazamiento de floras características de los climas frío, templado y caliente hacia el sur y hacia altitudes bajas, mientras que un calentamiento originaba probablemente un movimiento en el sentido contrario. Las actividades orogénicas, epirogénicas y erosivas tuvieron indudablemente también una repercusión muy significativa en los movimientos migratorios, pues la existencia o la ausencia, la situación y la magnitud de montañas, altiplanicies, depresiones y de otros rasgos fisiográficos ejercían gran influencia sobre el clima, modificando no solamente la distribución de la temperatura, sino también la de la humedad y de los vientos. La presencia y la localización de las conexiones continentales, que también variaban en forma notable, obviamente jugaban un papel de primera importancia.

La combinación de estos factores favorecía en un momento dado la migración de un determinado conjunto de elementos florísticos en perjuicio de otras plantas que encontraban barrera para su dispersión; pudiendo invertirse la situación en otros períodos o cambiar en sentido diferente. Este mosaico ecológico, variable en el tiempo y en el espacio, creaba con frecuencia condiciones propicias para migraciones no sólo en el sentido N-S y S-N, sino también en cualquier otra dirección; además favorecía la evolución de grupos y linajes de plantas capaces de poblar habitats nuevos, dada la ausencia o escasez momentánea de organismos adaptados o preadaptados a tales ambientes. De esta manera puede explicarse el porqué de la importancia de México como centro de origen de un gran número de especies, géneros y otros ta-

xa vegetales, entre los cuales destacan los característicos de clima árido y semi-árido.

Las migraciones de las floras, procedentes del norte y del sur, a través del territorio de México, aunadas a la evolución de elementos autóctonos dieron origen a su vez a la rica flora actual del país, cuya diversidad está asegurada por su accidentada topografía y su variedad casi infinita de climas.

Como resultado, las afinidades florísticas actuales de las diversas partes de México están esencialmente en correlación con el clima de la región, pero la importancia del factor histórico no es nada despreciable, ni siquiera en un territorio tan pequeño como el Estado de San Luis Potosí.

Los conocimientos actuales de paleogeografía, paleoecología y paleontología de México son aún demasiado fragmentarios para poder datar con alguna exactitud la incidencia de los cambios de clima, y los únicos que han sido objeto de estudios concretos son los relativos al Pleistoceno, o más bien a la cima de ese período.

En la literatura se describen numerosas pruebas de cambios climáticos ocurridos en México durante el Pleistoceno, derivadas de criterios diversos. Los trabajos de Lorenzo (1958a) y de Martin y Harrell (op. cit.) resumen la mayor parte de la bibliografía relativa a este asunto.

En general, los investigadores han tratado de encontrar correlación de las modificaciones de clima que tuvieron lugar en México con las cronologías más o menos conocidas del SW de los Estados Unidos y también con las del SE de Norteamérica y las de Europa, en la suposición de que todas esas zonas en conjunto estuvieron sujetas al mismo régimen de grandes fluctuaciones de temperatura y humedad. Así, se creía que las glaciaciones en el norte tuvieron un reflejo en forma de descenso de temperatura y aumento de humedad (pluviales) en México, mien-

tras que los interglaciales se caracterizaban por ser más cálidos y secos, en analogía con su interpretación xerotérmica en las latitudes septentrionales. Más recientemente, y debido a ciertas discrepancias entre los datos reales y la hipótesis anterior, se comenzó a considerar la posibilidad de que al menos algunos de los períodos húmedos pudieran ser cálidos y los secos a la vez fríos, en México (Arellano, 1953; Sears y Clisby, 1955; Lorenzo, 1958b; Martin, 1960).

Cualquiera que sea la realidad, parece no haber duda que los avances y los retrocesos de los hielos en el Pleistoceno tuvieron también su repercusión en México, donde hubo notables oscilaciones de temperatura y de humedad. Tales oscilaciones deben haber sido la causa de intensos reagrupamientos de los biotas en México, y muchos de los rasgos de la distribución actual de estos últimos reflejan con toda probabilidad los cambios ocurridos. Es factible, que la mayor parte de los fenómenos de discontinuidad de áreas, referidos al principio de este inciso (pp. 89-90) tuvieron su origen en las fluctuaciones del régimen térmico e hídrico, propias del Pleistoceno.

Es seguro, por otra parte, que este último fué un período de masiado breve y demasiado bien definido fisiográficamente, para que en esa época pudieran haber ocurrido muchos fenómenos de dispersión a grandes distancias.

Las plantas fósiles conocidas del Mioceno del Istmo de Tehuantepec (Berry, 1923), así como la extrapolación de los resultados obtenidos de los estudios de floras terciarias (Eoceno a Plioceno) del SW de los Estados Unidos (Berry, 1919; Chaney, 1936; Axelrod, 1950), al igual que muchos otros indicios, permiten afirmar la existencia de regiones con clima caliente y húmedo en México en esa era, correlacionada indudablemente con la presencia de plantas de afinidades tropicales.

Martin y Harrell (op. cit.) creen que la llegada a México de los elementos del bosque deciduo templado, provenientes del

SE de los Estados Unidos (Liquidambar, Fagus, Nyssa, Acer, Carpinus, Ostrya, etc.) data desde el Terciario, pues en su opinión en el Pleistoceno no hubo condiciones de humedad favorables para estas plantas sobre zonas suficientemente extensas para comunicar las áreas discontinuas de su distribución actual.

Dressler (op. cit.) no comparte esta idea y refiere la llegada de las mencionadas plantas al Cuaternario, pero a la vez considera que otros elementos septentrionales, procedentes del occidente de Norteamérica penetraron a México a lo largo de la Sierra Madre Occidental desde el Mioceno. McVaugh (1952) cree que muchos de los linajes característicos de clima templado existen en México desde comienzos del Terciario o quizás desde el Cretácico mismo.

A pesar de las recientes deducciones y teorías de Axelrod (op. cit.: 275-285) siguen siendo muy convincentes los argumentos de Johnston (1940), quien considera que Larrea, Koeberlinia, Atamisquea y otros géneros son elementos de una antigua flora desértica de origen sudamericano que debe haber arribado a Norteamérica desde principios del Terciario. La gran diversidad florística de las partes áridas del país y la predominancia de elementos endémicos, que en su mayoría, si no en su totalidad deben haberse originado en México, sugieren que la evolución de estos grupos ocurrió también muchos antes del Pleistoceno. De lo anterior resulta probable que durante el Terciario, y posiblemente durante una gran parte del Terciario, hubo en México zonas con clima árido.

Como ya se indicó con anterioridad (p. 12), los geólogos encontraron pruebas de que el levantamiento de la Altiplanicie de México sucedió a fines del Terciario. Basándose en ese dato Sharp (1953: 378) deduce que la flora de las regiones de clima templado tuvo en este país muy poco tiempo para su desenvolvimiento, hecho que corrobora con la participación relativamente pequeña (15%) de familias de dicotiledóneas leñosas de

distribución boreal en la flora de México. Martin (1958: 13-14) indica, en cambio, que el Altiplano Mexicano es considerado como importante centro de evolución de biotas de tipo templado y señala como ejemplo el gran número de especies endémicas de los géneros Quercus y Pinus, por lo cual cree que el levantamiento tuvo lugar antes del Plioceno.

En realidad, si bien es cierto que no son muchas las familias holoárticas que forman parte de la flora de climas templados de México, no por ello dicha flora debe considerarse como pobre o poco diversificada. Además de Pinus y Quercus, pueden citarse muchos géneros con una representación muy amplia, como: Senecio (\pm 50 spp.), Eupatorium (\pm 100 spp.), Brickellia (\pm 60 spp.), Salvia (\pm 100 spp.), Stevia (\pm 70 spp.), Geranium (\pm 40 spp.), Muhlenbergia (\pm 70 spp.), Lupinus (\pm 30 spp.), Oenothera (\pm 30 spp.), Polygala (\pm 70 spp.).

Esta gran diversidad a nivel específico está quizás relacionada con la existencia de numerosas serranías más o menos aisladas, situación que parece haber prevalecido en México antes del levantamiento del Altiplano y existe actualmente aún en varias partes del país. Dadas estas circunstancias, no es necesario postular que el movimiento epirogénico se efectuó a principios o a mediados del Terciario para explicar la importancia de México como centro evolutivo de formas adaptadas al clima templado.

Volviendo a las consideraciones relativas a la flora de la región árida de México (incluyendo el Altiplano), conviene recordar que su afinidad general es mucho más acentuada con la región neotropical que con la holoártica. Esta circunstancia sería tal vez indicadora de que en la época en que se originó la mencionada flora (probablemente Terciario) predominaba en la mayor parte de México un clima más bien cálido, lo que iría esencialmente de acuerdo con el postulado de Schuchert (loc. cit.) del levantamiento reciente de la Altiplanicie.

VIII. FISONOMIA DE LA VEGETACION

En el capítulo IX, al describir las diversas formaciones vegetales, se presentan datos detallados relativos a la fisonomía y la estructura de las mismas. En este lugar se tratará únicamente de hacer resaltar algunos hechos generales y de enfocar el problema desde el punto de vista comparativo.

A. Rasgos fisonómicos generales y sus correlaciones con algunos factores del medio

En respuesta a la variedad de condiciones ambientales y en función del material florístico disponible, la vegetación del área estudiada presenta aspectos muy diversos y contrastes notables.

Los fitogeógrafos clásicos (Humboldt, 1806; Grisebach, 1872; Schimper, 1898; Warming, 1909; Rübél, 1930) han definido los principales tipos fisonómicos del globo en correlación con el clima y con algunos otros factores del medio. Para México, sólo hace relativamente poco aparecieron los primeros intentos de reconocer con mayor detalle los biomas, así como de compararlos con los descritos en otras partes del mundo. A este respecto cabe mencionar los trabajos de Sanders (1921), Nelson y Goldman (1926), Contreras Arias (1942), Smith y Johnston (1945), Leopold (1950), y el aún inédito artículo de Miranda y Hernández Xolocotzi, que abarcan todo el país. Diversos estudios re-

gionales, además, profundizan el problema de manera que permite apreciaciones a mayor escala.

Al confrontar las observaciones y deducciones referentes a la vegetación de México con los trabajos similares de tipo más extensivo, que abarcan todo el mundo, continentes enteros o zonas muy amplias, se nota una concordancia de orden general en cuanto a los tipos fisonómicos dominantes, en relación con el medio ambiente, la distribución geográfica, la secuencia, etc. Como era de esperarse, por otra parte, existen también ciertas discrepancias en comparación con los cuadros mundiales, cuyas causas deben buscarse tanto en el conocimiento aún insuficiente de la vegetación de los climas cálidos, como también en las peculiaridades de la flora y de las condiciones ecológicas de México. Entre estas discrepancias puede mencionarse la presencia de bosques esclerófilos xerotropofíticos (encinares) abundantemente distribuidos en todo el país, tipo de vegetación que no encuadra muy bien en ninguno de los biomas de las grandes clasificaciones mundiales. Tampoco se correlaciona bien la existencia de los encinares y de los bosques aciculifolios (pinas) en diversas localidades de clima caliente, al igual que otros aspectos de menor envergadura.

En San Luis Potosí las secuencias de la vegetación a lo largo de los gradientes climáticos pueden resumirse a grandes rasgos de la siguiente manera:

En las condiciones de clima caliente (más o menos equivalente a la categoría A de la clasificación de Koeppen) se suceden

- 1° el bosque tropical perennifolio
- 2° el bosque tropical deciduo
- 3° el bosque espinoso

como aparente respuesta a la disminución de la humedad.

Cuando la intensidad térmica corresponde aproximadamente a

los símbolos a y h de la mencionada clasificación, en los lugares de precipitación muy abundante se presenta el bosque decíduo templado. A medida de reducirse la humedad éste es substituido sucesivamente por:

- 1º el bosque esclerófilo (encinar) o el bosque aciculifolio (pinar)
- 2º el bosque espinoso (mezquital) o el matorral (submontano)
- 3º el matorral desértico (micrófilo, rosetófilo o crasicau-
le), denominaciones que equivalen a los términos de "es-
tepa arbustiva", "estepa de suculentas", "estepa desérti-
ca", de acuerdo con la nomenclatura europea.

En condiciones de temperatura más baja (climas b y k de Koeppen) se mantienen las formaciones enumeradas en los incisos 1º y 3º. El bosque espinoso y el matorral submontano son substituidos, en cambio, por el zacatal o el matorral esclerófilo (encinar arbustivo) o el bosque aciculifolio (piñonar).

Problemas de índole diferente, íntimamente ligados con la fisonomía de la vegetación, se suscitan al tratar de definir y de delimitar las formaciones vegetales:

Como consecuencia de la diversidad de las formas biológicas originadas como una aparente adaptación al clima árido, resulta el hecho de que los matorrales desérticos difieren tan marcadamente entre sí, en cuanto a su apariencia externa, que cada uno de ellos merece un lugar separado en una clasificación de la vegetación basada primordialmente en los rasgos fisonómicos. Las categorías distinguidas en este trabajo como matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo y matorral crasicau-
le son precisamente de este orden, pues en el primero dominan plantas semi-suculentas con hojas en roseta (Agave, Yucca, Hechtia, Dasylyrion), en el segundo arbustos de hoja (o fo

liolo) pequeña (Larrea, Prosopis, Flourensia cernua) y en el ter
cero las suculentas de gran talla (Opuntia, Myrtillocactus).

En condiciones del mismo clima árido ciertas características
edáficas extremas, como por ejemplo: drenaje deficiente, abundan
cia de sales o abundancia de yeso en el suelo, son también res-
ponsables de una fisonomía peculiar de la vegetación, pues este
substrato parece ser desfavorable a las plantas leñosas, mismas
que se presentan en forma muy espaciada o son completamente
ausentes, dominando con frecuencia las gramíneas u otras espe-
cies herbáceas, lo que distingue notablemente estas áreas de los
matorrales que se desarrollan a su alrededor sobre suelos norma-
les (fig. 26).

Otro punto de interés fisonómico es el de las relaciones en-
tre los bosques esclerófilos (encinares) y los bosques aciculifo-
lios (pinares); pues los dos tipos constituyen la vegetación ca-
racterística de las zonas templadas semi-húmedas y húmedas, sub-
stituyéndose los unos por los otros en forma de mosaico ecológi-
co complejo (comp. cap. IX, pp. 183-184). Las consecuencias fiso-
nómicas de este hecho son importantes, porque los pinares presen-
tan un aspecto bien distinto de los encinares, a pesar de su apa-
rente gran afinidad ecológica.

Las comunidades secundarias difieren a menudo completamente,
en cuanto a su fisonomía, de la asociación clímax correspondien-
te. Lo anterior es un fenómeno bien conocido de muchas partes
del mundo; en cuanto a San Luis Potosí son particularmente nota-
bles los palmares de Sabal mexicana, que se consideran como una
sere en medio del bosque tropical deciduo. Por la fisonomía y la
fenología de la especie dominante, esta asociación ofrece un as-
pecto muy peculiar.

B. Formas biológicas

El reconocimiento de las diferentes formas biológicas (formas de vida, biotipos) vegetales ha sido uno de los instrumentos que se han utilizado en la realización del presente estudio, y por consiguiente se ha creído conveniente incluir una breve discusión sobre este tema.

La diversidad de las formas de vida en las zonas áridas de Norteamérica es excepcionalmente espectacular y ha llamado la atención de varios autores (Shreve, 1951; Miranda, 1955; Rzedowski, 1957b), quienes trataron de sistematizarlas en forma de categorías y cuadros sinópticos.

La relativa importancia de las formas de vida dentro de una comunidad, o espectro biológico, es una de sus características más sobresalientes y se han encontrado relaciones entre los espectros biológicos de la vegetación y el clima (Raunkiaer, 1934: 111-147; Cain, 1950). La forma clásica de elaborar el espectro biológico consiste en calcular los porcentajes correspondientes a los números de las especies pertenecientes a cada una de las formas biológicas en comparación con el número total de las especies de la comunidad.

De mayor utilidad para las investigaciones ecológicas es indudablemente un espectro, en que, en lugar del número de especies, se tome en cuenta la expresión cuantitativa de la masa de los representantes de cada forma biológica. Modernamente muchos autores (Diemont, 1938; Dansereau y Gille, 1949; Quezel y Rioux, 1950; Stern y Buell, 1951; Tomaselli, 1955; Cain et al., 1956, y otros), utilizando métodos diferentes han ensayado con buen éxito el empleo de valores de la cobertura (expansión horizontal) para este fin.

En el presente trabajo se empleó un procedimiento basado en la estimación de la cobertura, de acuerdo con la escala de

	BTP	BTD	BE	MS	ME	MDM	MDR	MC	Z	EA	P
Phanerophyta	20	19	19	13	12	10	11	9	1	16	12
Chamaephyta	+	+	+	1	2	3	6	4	2	1	2
Hemicryptophyta	+	1	1	3	3	3	2	3	12	1	3
Geophyta	+	+	+	1	1	1	+	1	2	1	2
Therophyta	+	+	+	2	2	3	1	3	3	1	1

Cuadro 3. Espectros biológicos de los 13 tipos de vegetación distintos en San Luis Potosí, calculados a base de la cobertura, de acuerdo con las formas biológicas de Raunkiaer (explicación en el texto).

	MDM	MDR
Todos los órganos vegetativos permanentes	8	14
Hojas estacionales	3	1
Brotos estacionales	2	2
Todas las ramas estacionales	4	2
Todos los órganos estacionales	3	1

Cuadro 4. Espectros biológicos de los 13 tipos de vegetación decidua, calculados a base de la cobertura, de acuerdo con las formas biológicas de Orshan y Morello (explicación en el texto).

Abreviaturas:

- BTP - bosque tropical perennifolio
- BTD - bosque tropical deciduo
- BE - bosque espinoso
- MS - matorral submontano
- ME - mezquital extradesértico
- MDM - matorral desértico micrófilo
- MDR - matorral desértico rosetófilo
- MC - matorral crasicaule
- Z - zacatal
- EA - encinar arbustivo
- P - piñonar
- EP - encinar y pinar
- BDT - bosque deciduo templado

#	Formas biológicas	Tipos de vegetación												
		BTP	BTD	BE	MS	ME	MDM	MDR	MC	Z	EA	P	EP	BDT
1	Arboles perennifolios	14	11	+	+	0	0	0	0	+	0	10	1	+
2	Arboles caducifolios	1	9	3	+	6	0	0	0	+	0	+	12	14
3	Arbustos perennifolios (sin incluir los de las categorías 6, 10 y 14)	2	1	1	2	1	5	3	+	+	2	1	+	2
4	Arbustos caducifolios (sin incluir los de la categoría 10)	+	6	9	10	2	5	3	6	1	15	2	4	2
5	Arbustos afilos (sin incluir los de la categoría 7)	0	0	0	0	1	1	+	+	+	0	0	0	0
6	Arbustos rosetófilos	+	1	4	+	1	1	9	+	+	+	+	+	0
7	Arbustos de tallo suculento	0	+	1	2	1	1	2	6	+	+	+	+	0
8	Herbáceas vivaces (sin incluir las de las categorías 10, 11, 12, 13 y 14)	+	1	1	4	4	3	2	4	14	2	7	3	2
9	Anuales (sin incluir las de las categorías 10, 11 y 13)	+	+	+	2	2	3	1	3	3	1	+	+	+
10	Trepadoras	2	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	Rastreras	+	+	+	+	1	1	+	1	2	+	+	+	+
12	Epifitas	1	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Parásitas de raíces	+	+	+	0	0	0	+	0	+	+	0	+	0
14	Parásitas de órganos aéreos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+

Cuadro 5. Espectros biológicos de los 13 tipos de vegetación distinguidos en San Luis Potosí, calculados a base de la cobertura, empleando 14 categorías de formas biológicas (explicación en el texto).

Braun-Blanquet (1951: 60-61), que se ha usado en los inventarios de la vegetación. Con estos datos, y aplicando los valores convencionales propuestos por Tüxen y Ellenberg (según Ellenberg, 1956: 33), en cada inventario se calculó la relativa importancia de cada forma biológica y se sacaron promedios de todos los inventarios pertenecientes al mismo tipo de vegetación. El método no se consideró suficientemente preciso para concederle valor exacto a los números así obtenidos y se optó por representar la importancia de las formas biológicas en cada tipo de vegetación mediante índices numéricos de 0 a 20. El índice 0 señala la ausencia de representantes de la forma biológica respectiva; el signo + debe interpretarse como existencia de individuos de la categoría en referencia, pero en cantidad insuficiente para tomarla en cuenta, de acuerdo con el criterio empleado. El índice 2 señala una importancia aproximadamente dos veces mayor que la marcada con el índice 1, y cuatro veces menor que la marcada por el índice 8, etc. La suma de los índices correspondientes a cada tipo de vegetación es 20. Los valores, en general, deben considerarse como de primera aproximación, dado el conocimiento aún imperfecto de la flora y el número relativamente corto de los inventarios realizados.

El cuadro 3 representa un ensayo de evaluación de la relativa importancia de las formas biológicas en los 13 principales tipos de vegetación que se describen en San Luis Potosí, considerando las 5 categorías mayores de formas biológicas, definidas por Raunkiaer (op. cit.: 1).

El cuadro 4, también con el mismo tipo de evaluación, incluye espectros biológicos de los 3 matorrales de clima árido, utilizando la clasificación de formas de vida para las zonas áridas propuesta por Orshan (1953) y modificada por Morello (1958: 64-67).

El cuadro 5 representa el mismo tipo de evaluación, realizado a base de 14 categorías de formas biológicas.

IX. TIPOS DE VEGETACION

A. Consideraciones generales

Las unidades de vegetación que se reconocen básicamente en este trabajo son los tipos de vegetación (= formaciones). Los siguientes criterios han servido para la distinción de los tipos de vegetación (en orden de importancia):

- 1º similitud (o diferencia) fisonómica o estructural,
- 2º similitud (o diferencia) de condiciones ecológicas,
- 3º similitud (o diferencia) florística.

Además se tomaron en consideración las categorías de vegetación descritas por diversos autores de México y de otros países.

El uso de un método en que se da preponderancia al criterio fisonómico lleva implícitos los inconvenientes del mismo, pero dadas las condiciones del conocimiento actual de la flora del Estado y dada la extensión de su territorio en relación con las posibilidades de su exploración, se juzgó más adecuado emplear este procedimiento, que es también el que hasta ahora se ha usado en casi todos los estudios de la vegetación de México.

Uno de los puntos débiles de la clasificación utilizada es el que se refiere a los casos en que las semejanzas y las dife

rencias fisonómicas no coinciden con las semejanzas y diferencias ecológicas y florísticas. En tales circunstancias las unidades distinguidas no encuadran bien en el sistema y no son equivalentes a otros tipos de vegetación, en que la coincidencia es más completa. Este inconveniente, sin embargo, quizás existe en todas las clasificaciones de la vegetación, en mayor o menor grado.

Aunque los tipos de vegetación representan unidades abstractas y en su distinción influyó de modo evidente el elemento subjetivo, se ha tratado de definirlos de tal manera que correspondan a unidades de reconocimiento fácil en el terreno. A pesar de lo anterior son relativamente frecuentes los casos en que condiciones ecológicas intermedias dan origen a una vegetación de características también intermedias entre dos tipos de vegetación. Tales situaciones de transición son especialmente notables cuando el medio ambiente sufre cambios muy graduales, sobre todo cuando los factores edáficos son los determinantes. Algunas categorías de vegetación que en este trabajo se consideran como transicionales, se han reconocido en otras partes como unidades al nivel de la formación, debido a su extensión geográfica más amplia. Hechos como este aparentemente no son raros en la fitogeografía y en la fitosociología.

En la mayor parte de los casos, en los que el cambio de tipo de vegetación está en función esencial de un gradiente climático más o menos acentuado, particularmente en presencia de una topografía montañosa, la zona limítrofe entre los dos tipos de vegetación adquiere el aspecto de mosaico, es decir de manchones, islotes o interdigitaciones, en correspondencia con los accidentes topográficos. Cambios bruscos de vegetación suelen presentarse a veces en sitios de contacto entre dos tipos de substrato geológico, o cuando algún factor edáfico experimenta una variación discontinua de suficiente magnitud.

Como puede observarse en los mapas correspondientes, la dis

posición de las zonas climáticas, geológicas y de vegetación en San Luis Potosí se manifiesta en general en forma de fajas que corren en el sentido de los meridianos. Como consecuencia de lo anterior resulta que las transiciones entre los tipos de vegetación suelen efectuarse preferentemente en forma de mosaico o de modo brusco cuando dos formaciones se suceden en el sentido E-W (o W-E); en cambio son más frecuentes las transiciones graduales, a veces a manera de continuo, entre tipos de vegetación situados uno al norte (o al sur) del otro.

En cuanto a la representación cartográfica de la distribución de los 13 tipos de vegetación en el mapa adjunto, deben precisarse los siguientes puntos:

- 1º Se representan en el mapa exclusivamente las comunidades clímax o subclímax, o sea las que se consideran en equilibrio con los factores del medio ambiente; en el caso de existir sobre el terreno una comunidad secundaria, un campo de cultivo, una población, etc., se representa la comunidad clímax (hipotética) correspondiente;
- 2º En el caso de zonas amplias de mosaico de dos o más tipos de vegetación se representa la comunidad que se consideró cuantitativamente más significativa en el conjunto;
- 3º La exactitud de los límites entre las formaciones no es completamente uniforme en las diferentes secciones del mapa de la vegetación, debido a que no todo el Estado ha sido explorado con la misma intensidad (fig. 1) y puesto que no todos los mapas topográficos usados han sido igualmente precisos y fidedignos.

Categorías empleadas en el presente trabajo	Rübel (1930)	Beard (1944)	Leopold (1950)	Miranda y Hernández (1959)	Muller (1959)	Muller (1947)	Gentry (1957)	Martin (1956)	
bosque tropical perennifolio	pluviisilvae	rain forest, evergreen seasonal forest	tropical evergreen forest	selva alta perennifolia	-	-	-	SW de Tamaulipas	
bosque tropical deciduo	hiemisilvae	deciduous seasonal forest	tropical deciduous forest	selva baja decidua	-	-	-	tropical deciduous forest	
bosque espinoso	hiemisilvae	thorn woodland	thorn forest	selva baja espinosa decidua	-	-	-	thorn forest and scrub (en parte)	
matorral submontano	hiemifruticeta	-	-	matorral no espinoso (en parte)	piedmont scrub (?)	piedmont shrub (?)	-	thorn forest and scrub (en parte)	
mezquital extradesértico	hiemisilvae	thorn woodland (?)	mesquite-grassland (subdivisión: mesquite scrub)	selva baja espinosa perennifolia (?)	-	-	-	thorn forest and scrub (en parte)	
matorral desértico micrófilo	siccideserta	desert	desert (subdivisión: creosote bush desert)	matorral no espinoso (en parte), matorral espinoso con espinas laterales (en parte), izotales (en parte)	central plateau desert scrub (en parte)	Chihuahuan desert shrub (en parte)	chaparrillo (en parte), matorral desértico de Chihuahua (en parte)	thorn desert (en parte)	
matorral desértico rosetófilo	siccideserta	desert	desert (subdivisión: cactus desert)	izotales (en parte), magueyales, lechuguillales, guapillales, etc. (en parte)	central plateau desert scrub (en parte)	Chihuahuan desert shrub (en parte)	chaparrillo (en parte), matorral desértico de Chihuahua (en parte)	thorn desert (en parte)	
matorral crasicaule	siccideserta (?)	cactus scrub (?)	mesquite-grassland (subdivisión: cactus-acacia grassland) (en parte) (?)	nopaleras	-	-	pastizal con cactus-acacia (en parte)	-	
zacatal	duriberbosa	-	mesquite-grassland (subdivisión: short grass)	pastizales	-	grassland	pastizal	-	
encinar arbustivo	hemifruticeta (?), durifruticeta (?)	-	chaparral (en parte)	chaparral	western montane chaparral (en parte)	montane chaparral	-	montane chaparral	
piñonar	aciculisilvae	-	pine-oak forest (subdivisión: piñon-juniper woodland) (en parte)	piñares (en parte)	western montane chaparral (en parte)	-	-	-	
encinar-pinar	durisilvae (?), hiemisilvae (?), aciculisilvae	-	pine-oak forest (subdivisiones: pine-oak woodland, oak scrub)	encinares, piñares	montane low forest, montane mesic forest	montane low forest, montane mesic forest	-	humid pine-oak forest, dry pine-oak forest	
bosque deciduo templado	aestisilvae	montane rain forest (?)	cloud forest	bosque deciduo (en parte)	-	-	-	cloud forest	

Cuadro 6. Equivalencias de los tipos de vegetación

B. Nomenclatura empleada y equivalencias con términos usados por otros autores

La nomenclatura de los tipos de vegetación de México, al igual que el estado de conocimiento de los mismos, se encuentra en el momento actual en pleno período de desarrollo, lo que acarrea como consecuencia una situación un tanto caótica. De los intentos más importantes de resumir los datos hasta ahora conocidos y de uniformar la nomenclatura cabe citar el de Leopold (op. cit.) y el de Miranda y Hernández Xolocotzi (op. cit.). La clasificación del primer autor mencionado, aunque bastante bien lograda en general, incluye algunas categorías que resultan demasiado amplias para ilustrar con suficiente detalle la vegetación de la región estudiada. El sistema de Miranda y Hernández Xolocotzi, en cambio, si bien mucho más completo y diversificado, emplea un criterio algo diferente del que se utilizó en este trabajo, pues se basa casi exclusivamente en características fisonómicas, lo que origina muchas divergencias (en comparación con las unidades distinguidas en el presente estudio) en cuanto a la apreciación de los tipos de vegetación de las zonas áridas y semi-áridas.

La nomenclatura usada en este trabajo se basa en parte en las dos clasificaciones mencionadas y en parte también en otros trabajos relativos a la vegetación del norte y del centro de México. Muchos de los nombres no pretenden ser más que provisionales y su empleo no tiene otra justificación sino la de tener que llamar de alguna manera los entes reconocidos, mientras no se acepte una nomenclatura racional basada en principios más firmes y definidos y en un mejor conocimiento de la vegetación de México y de las zonas vecinas.

En el cuadro 6 se presentan las equivalencias aproximadas de los tipos de vegetación descritos en este trabajo, en relación con los distinguidos de otras zonas de México, así como con las categorías de las dos clasificaciones mencionadas, con

las del sistema propuesto para América tropical por Beard (1944) y con las de la clasificación de Rübél (op. cit.: 52-53), elaborada para el mundo entero.

C. Descripciones

Las descripciones de cada uno de los tipos de vegetación se presentan a continuación de acuerdo con el siguiente plan general: situación, condiciones del medio, características fisonómicas y estructurales, composición florística, variantes y transiciones.

El criterio empleado de mes seco es el de Bagnouls y Gaussen (op. cit.: 194). Las fórmulas climáticas citadas corresponden al sistema de Koeppen (loc. cit.). Las categorías de tamaño de la hoja (o foliolo) son las de la clasificación de Raunkiaer (op. cit.: 368-371).

a) Bosque tropical perennifolio

En el extremo SE de la región estudiada se localiza una limitada zona de bosque tropical (o selva) perennifolio, tipo de vegetación considerado como el más exuberante del globo. Ocupa solamente alrededor del 2% de la superficie del Estado. En un artículo (Rzedowski, en prensa) se describen los rasgos más sobresalientes de esta formación, tal como se presenta en San Luis Potosí, y los datos que a continuación se exponen están tomados esencialmente de la mencionada publicación.

La zona en cuestión se encuentra en los declives orientales inferiores de la Sierra Madre Oriental, a una altitud entre 50 y 800 m. Casi toda la superficie corresponde a terrenos montañosos o cerriles, de naturaleza caliza o constituidos por areniscas y lutitas calcáreas. Son frecuentes las laderas muy pendientes y escarpadas y en una amplia zona predomina el paisaje kárstico.

La precipitación es del orden de 1800 a 2600 mm en promedio anual, con 0 a 2 meses secos. La temperatura media anual está comprendida entre 20 y 24°C. Aparentemente no se registran heladas. Las fórmulas climáticas correspondientes son Amwg y Cwag.

Las características de los suelos no son uniformes y pueden resumirse de la manera siguiente. Los propios de las laderas calizas son someros y frecuentemente interrumpidos por salientes de rocas. Son más bien arcillosos, de color oscuro castaño-negrusco a rojizo-negrusco, ricos en materia orgánica (6 a 20%), sin carbonato de calcio y con un pH entre 6 y 7. Los suelos originados sobre laderas formadas de arenisca y lutita son de espesor más grueso y generalmente continuos. Su capa superficial es negruzca y rica en materia orgánica; la textura varía de arenosa a arcillosa. La reacción es cercana a la neutralidad, aunque en los horizontes superiores no hay $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$. La mayor parte de los escasos terrenos planos presenta un suelo indiferenciado, arcilloso, rojo o a veces amarillo, con contenido de materia orgánica inferior a 2% y pH alrededor de 5.

La zona del bosque tropical perennifolio es de las más densamente habitadas del Estado, debido a las condiciones climáticas favorables para la agricultura tropical. Las actividades agrícolas originaron la destrucción de la mayor parte de la vegetación original y sólo las pendientes abruptas o tierras francamente inútiles al cultivo han sido respetadas. El sistema semi-nómada de la agricultura ha originado la existencia de grandes extensiones ocupadas por matorrales y bosques secundarios. La erosión del suelo ha sido muy intensa. En algunas zonas cafetaleras se han conservado los árboles del estrato superior del bosque primitivo, que sirven de sombra a las plantaciones, pero más frecuentemente se acostumbra destruir la vegetación y se siembran árboles especiales de sombra (Melia azedarach, Inga spp.). La ganadería es importante en la parte E de la zona del bosque tropical siempre verde, donde se sigue el sistema de que

ma periódica y siembra de gramíneas forrajeras introducidas, especialmente de Panicum maximum (zacate guinea). Aunque muchas especies de árboles se utilizan para fines locales diversos, actualmente no hay explotaciones forestales intensivas.

Fisonómicamente, el paisaje de toda la región presenta el aspecto de un mosaico (fig. 8), formado por piezas que se diferencian en la intensidad de su coloración verde. Son los campos cultivados y los diferentes tipos de comunidades secundarias, que se están originando, una vez abandonadas las tierras. Los manchones de bosque primitivo más o menos conservado son raros y su composición y estructura han tenido que ser que reconstruidas a base de numerosos datos dispersos.

El bosque primario, característico de las laderas de los cerros es alto y denso, y en condiciones de poco disturbio el desarrollo de los estratos inferiores es muy escaso, debido a la penumbra prevaleciente. El suelo está constantemente húmedo y cubierto por la hojarasca. El bosque es verde durante todo el año, aunque existen en él algunas especies que pierden su hoja en el corto período seco. Las flores de las especies arbóreas son generalmente inconspicuas y de color verdoso o blanquecino. Sus hojas o foliolos suelen ser moderadamente grandes (categoría de mesofilia), coriáceas, con margen entero, de color verde oscuro, con poca o ninguna pubescencia.

La altura del estrato superior varía entre 30 y 40 m, su cobertura no es menor de 75%. El diámetro de los troncos de la mayor parte de los árboles oscila entre 0.5 y 1 m. Es frecuente la presencia de raíces tabulares (contrafuertes) y los troncos no suelen ramificarse en su mitad inferior. La especie dominante es casi siempre una sola: Brosimum alicastrum. Otros árboles del estrato, presentes a menudo son (en orden de importancia):

Celtis monoica

Bursera simaruba

Pithecolobium arboreum

Ficus cotinifolia

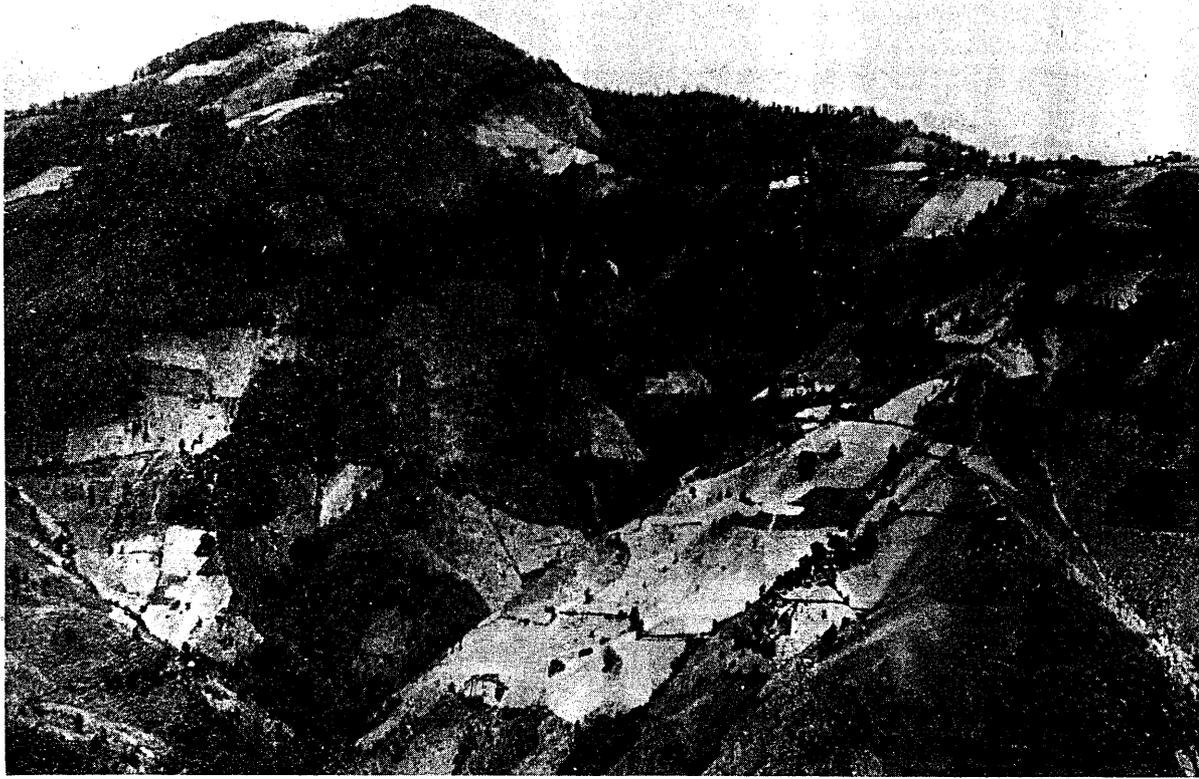


Fig. 8. Aspecto del paisaje en los alrededores de Tamazunchale. Las piezas del mosaico corresponden a campos cultivados y a diferentes tipos de matorrales secundarios.



Fig. 9. Bosque tropical perennifolio de Brosimum alicastrum, cerca de Huichihuayán.

Dendropanax arboreus
Sideroxylon tempisque

Pouteria hypoglauca
Ficus padifolia
Ficus mexicana
Ficus glaucescens

Los de la segunda columna se hallan preferentemente en situaciones protegidas. Las primeras dos especies de Ficus se comportan como estranguladoras.

Otro estrato arbóreo, de unos 8 a 15 m de alto, tiene una cobertura de 30 a 80% e importancia variable. La especie más constante en él es Protium copal; otros elementos encontrados con frecuencia son:

Alchornea latifolia
Bursera simaruba
Carpodiptera Ameliae
Chrysophyllum mexicanum
Dendropanax arboreus

Faramea occidentalis
Hasseltia mexicana
Pouteria Durlandii
Tabebuia pentaphylla
Zuelania guidonia

aunque posiblemente no todos son componentes normales del bosque primitivo. B. simaruba, T. pentaphylla y Z. guidonia pierden sus hojas por un período breve (no superior a 2 meses), que coincide con su época de floración.

Un estrato arbustivo, de 2 a 5 m de alto, sólo es denso en sitios en que las condiciones de luminosidad son mejores. Generalmente predominan en él las Rubiáceas: Anisomeris Pringlei, Faramea occidentalis, Psychotria erythrocarpa, Psychotria sp., Rondeletia spp. Algunos otros elementos son:

Acalypha Schlechtendaliana
Bombax ellipticum
Chamaedorea sp.
Decatropis bicolor
Gymnanthes longipes

Lasiacis spp.
Odontonema spp.
Piper spp.
Tabernaemontana alba
Yucca elephantipes

El estrato herbáceo, de 20 a 100 cm de alto, es ordinariamente aún más modesto, salvo los lugares rocosos, donde abundan algunas rupícolas, como por ejemplo Begonia spp., Nama sp., Pilea microphylla, P. pubescens, Peperomia glutinosa, Zebrina pendula. Entre otras esciófilas herbáceas pueden enumerarse:

Aneilema Karwinskyana

Campelia Zanonia

Chamaedorea Pringlei

Costus ruber

Dorstenia contrajerva

Lithachne parviflora

Maranta divaricata

Olyra yucatanica

Oplismenus hirtellus

Spigelia sp.

Spiranthes sp.

Tripogandra cumanaensis

predominando evidentemente las Monocotiledóneas, particularmente las Comelináceas y las Gramíneas.

Las trepadoras leñosas y las epifitas son muy abundantes en cuanto al número de individuos, perteneciendo una gran parte de ellas a la familia de las Aráceas, por ejemplo:

Anthurium aemulum

Monstera deliciosa

Philodendron Hoffmanii

Philodendron robustum

Philodendron sagittifolium

Syngonium podophyllum

Otras lianas frecuentes son:

Cydista aequinoctialis

Melloa populifolia

Petrea volubilis

Solandra nitida

Vitis tiliaefolia

Vitis sp.

Entre las epifitas, además de las Aráceas ya mencionadas y de las Criptógamas, destacan las siguientes:

Aechmaea bracteata

Brassavola nodosa

Catasetum integerrimum

Epidendrum spp.

Hylocereus undatusNotylia BarkeriOncidium guttatumPeperomia rotundifoliaPeperomia spp.Pleurothallis tribuloidesRhipsalis cassuthaStanhopea sp.Tillandsia SchiedeanaTillandsia usneoidesTillandsia utriculata

Ciertos terrenos planos o poco inclinados, con un suelo constituido por arcilla roja o amarilla indiferenciada, sustentan la vegetación de un bosque siempre verde medianamente alto, con dominancia exclusiva de Quercus oleoides. Estos bosques están un poco mejor conservados en la región, pues su suelo no se emplea para la agricultura. La ganadería, sin embargo, es lo suficientemente intensa, para perturbar de manera acentuada los estratos inferiores. La altura del bosque es de 15 a 25 m, pudiendo intervenir además árboles propios del bosque de Brosimum y algunos otros, como por ejemplo:

Bursera simarubaCarpodiptera AmeliaeCeiba pentandraDendropanax arboreusProtium copalTabebuia pentaphyllaZinowiewia integerrimaZuelania guidonia

Los árboles no forman suficiente espesura para crear debajo de ellos condiciones de penumbra, por lo cual los estratos arbustivo y herbáceo se hallan bien desarrollados. La mayor parte de sus componentes observados, sin embargo, resultan ser elementos francamente secundarios. Las epifitas y las trepadoras son abundantes.

De esta breve descripción puede deducirse que el encinar de Quercus oleoides, por sus características, conserva una situación intermedia entre el bosque tropical perennifolio y los encinares típicos que se localizan a mayor altitud en las sierras

y en el Altiplano. Se trata indudablemente de un clímax edáfico.

Los bosques y los matorrales secundarios, derivados del tipo de vegetación que se describe en este inciso son extraordinariamente variados y ricos florísticamente. Los árboles y arbustos más frecuentemente encontrados son:

Abutilon notolophium

Acacia cornigera

Acalypha Schlechtendaliana

Acrocomia mexicana

Adelia barbinervis

Ardisia escallonioides

Bauhinia divaricata

Bernardia interrupta

Buddleia americana

Bursera simaruba

Calliandra Houstoniana

Calliandra portoricensis

Carica papaya

Castilla elastica

Cecropia obtusifolia

Cedrela mexicana

Ceiba pentandra

Celtis iguanea

Cestrum dumetorum

Chrysophyllum mexicanum

Cnidocolus multilobus

Conostegia xalapensis

Cordia alliodora

Coupania dentata

Croton draco

Croton niveus

Decatropis bicolor

Eugenia capuli

Eugenia fragrans

Garcia nutans

Guazuma ulmifolia

Hasseltia mexicana

Heliocarpus spp.

Hybanthus mexicanus

Inga sp.

Leucaena pulverulenta

Lonchocarpus sp.

Muntingia calabura

Myriocarpa longipes

Parathesis serrulata

Parmentiera edulis

Piper spp.

Piscidia piscipula

Pisonia aculeata

Pithecolobium calostachys

Pithecolobium dulce

Pluchea odorata

Rapanea ferruginea

Rourea glabra

Sabal mexicana

Sapindus saponaria

Saurauia sp.

Schoepfia Schreberi

Solanum verbascifolium

Spondias mombinTabebuia pentaphyllaTabernaemontana albaThevetia peruvianaTrema micranthaTrichilia havanensisTrichilia hirtaTrophis racemosaUrera alceifoliaVernonia AschenbornianaZanthoxylum sp.

En las orillas de los ríos y de los arroyos destacan los siguientes elementos leñosos:

Byttneria aculeataFicus spp.Guadua aculeataHasseltia mexicanaHeimia salicifoliaInga spuriaPithecolobium arboreumPlatanus mexicanaPluchea odorataPopulus sp.Taxodium mucronatum

La transición entre el bosque tropical perennifolio y el bosque tropical decíduo puede realizarse a través de una estrecha zona de bosque subdecíduo, aunque es más frecuente un mosaico en relación con la topografía montañosa. También en forma de mosaico se presenta comúnmente la transición con el encinar y con el bosque templado decíduo, aunque desde luego, en las zonas limítrofes hay infiltración recíproca de algunas especies.

b) Bosque tropical decíduo

A manera de una franja de transición entre el área del bosque tropical perennifolio, que ocupa gran parte de la superficie correspondiente a la vertiente atlántica del este y sur-este de México, y entre las formaciones espinosas xerófilas de la Planicie Costera Nor-Oriental, se encuentra una estrecha zona de bosque tropical decíduo. Más de la mitad de la superficie de esta

franja corresponde al territorio del Estado de San Luis Potosí; se localiza en los declives orientales inferiores de la Sierra Madre Oriental, entre San Martín Chalchicuautla, Ciudad Valles, Tamasopo y El Naranjo, y abarca un área aproximada de 5100 km², lo que constituye más o menos el 8% de la superficie del Estado.

El clima correspondiente a este tipo de vegetación es cálido, con una época marcada de sequía de 2 a 6 meses de duración, la fórmula climática es Awg y hacia su límite altitudinal superior, Cwag. La precipitación registrada oscila entre 1000 y 1800 mm; las temperaturas medias anuales son un poco superiores a las que se miden en el área del bosque tropical perennifolio, aunque las mínimas llegan en algunos años a 0°C.

Las altitudes en las que se presenta el bosque tropical decido en San Luis Potosí varían entre \pm 50 y \pm 800 m. El substrato geológico es casi siempre de tipo sedimentario (caliza, marga, arenisca, lutita), sólo en áreas aisladas existen basaltos. El suelo, salvo las localidades con depósitos aluviales, es somero y sus características están en estrecha relación con la roca madre. En las áreas cerriles calizas es un suelo generalmente discontinuo, con salientes de roca más o menos abundantes, de color negro, textura arcillosa, sin carbonato de calcio, pH cercano a la neutralidad y abundante materia orgánica; su superficie está generalmente cubierta por hojarasca durante una parte del año. Los suelos sobre margas varían de colores claros (entre castaño y grisáceo) a casi negros; estos últimos son característicos de condiciones de deficiencia de drenaje. Son típicamente arcillosos, de pH entre 7 y 8, debido al alto contenido de $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$; la cantidad de materia orgánica varía asimismo con las condiciones de drenaje. En general, son suelos poco aptos para la agricultura, especialmente donde la marga ("choy") se encuentra a poca profundidad. Más o menos análogos son los suelos derivados del substrato de lutita y de arenisca

calcáreas, aunque la textura, desde luego, varía a arenosa en función de la abundancia de esta última roca.

La agricultura, que se localiza primordialmente a las orillas de los ríos, y en algunos valles aluviales, no es cuantitativamente importante. La ganadería constituye la actividad humana de mayor influencia en la región, y sus efectos sobre la vegetación natural han sido de gran significación, debido principalmente al uso del fuego, como ya se ha explicado en el capítulo V. Se calcula que sólo el 30% del área total correspondiente a esta formación conserva una vegetación cuyo aspecto y composición se aproxima a los propios del clímax; el resto consiste de comunidades secundarias, pastizales artificiales, y campos de cultivo.

El bosque tropical deciduo en San Luis Potosí se conserva como tal sólo en zonas de pendientes más o menos pronunciadas; pero aún ahí ha sufrido el efecto de los incendios. Es un bosque de 8 a 12 (15) m de alto, en el cual la gran mayoría de las especies leñosas pierden sus hojas durante un lapso de 3 a 6 meses y muchas de ellas florecen precisamente en este período. Como en todo bosque deciduo, su aspecto general varía en forma marcada a lo largo del año.

En el estrato arbóreo suelen dominar una o dos de las siguientes especies: Bursera simaruba, Lysiloma divaricata, Phoebe tampicensis; otros árboles presentes con frecuencia son:

Acacia Coulteri

Beaucarnea inermis

Cedrela mexicana

Lysiloma aucahuatlensis

Zuelania guidonia

Guazuma ulmifolia

Harpalyce arborescens

Piscidia piscipula

Sabal mexicana

aunque los de la segunda columna probablemente no pertenecen a

las asociaciones clímax.

La mayor parte de los árboles presenta un porte característico: el tronco principal se ramifica desde una altura de 1 a 3 m sobre el nivel del suelo y la copa es muy ancha, de manera que el diámetro de la misma con frecuencia alcanza o sobrepasa la altura del árbol.

El tamaño de las hojas (o folíolos) de gran parte de las especies oscila entre chico y mediano (categorías de nanofilia a microfilia), lo que da por resultado que a pesar de la fuerte densidad del estrato arbóreo, bastante luz penetra a niveles inferiores, donde hay un desarrollo profuso de especies arbustivas.

Existe normalmente un estrato arbóreo inferior o arbustivo superior, de unos 4 a 6 m de alto, bastante denso, pero no se ha podido discernir si esta condición no es debida al disturbio. Se encuentran de preferencia ahí:

Acalypha spp.

Ayenia magna

Bombax ellipticum

Cephalocereus Palmeri

Chiococca alba

Colubrina glomerata

Colubrina Greggii

Colubrina reclinata

Decatropis bicolor

Eugenia capuli

Fraxinus sp.

Guazuma ulmifolia

Harpalyce arborescens

Huaya elegans

Karwinskia Humboldtiana

Krugiodendron ferreum

Manihot Pringlei

Mimosa leucaenoides

Neopringlea integrifolia

Piper spp.

Pisonia aculeata

Pithecolobium brevifolium

Psidium Ehrenbergii

Randia rhagocarpa

Ruprechtia Cumingii

Tabernaemontana alba

Trichilia havanensis

Wimmeria concolor

Yucca treculeana

Zanthoxylum sp.



Figs. 10 y 11. Bosque tropical deciduo de Bursera simaruba y Lysiloma divaricata, cerca de El Naranjo.



El estrato arbustivo propiamente dicho (0.5 - 2.5 m de alto) también suele ser conspicuo e incluye algunas plantas espinosas que hacen penosa la travesía, por ejemplo:

Acalypha sp.

Acanthocereus pentagonus

Annona globiflora

Ardisia escallonioides

Bauhinia divaricata

Bernardia mexicana

Brahea dulcis

Bromelia karatas

Bromelia pinguin

Chiococca alba

Croton Cortesianus

Croton niveus

Erythrina herbacea

Eupatorium spinaciaefolium

Exostema caribaeum

Hamelia erecta

Henrya sp.

Hybanthus mexicanus

Karwinskia Humboldtiana

Lantana involucrata

Lasiacis spp.

Neopringlea integrifolia

Nopalea sp.

Phyllanthus micrandrus

Randia laetevirens

Randia rhagocarpa

Rhacoma scoparia

Zanthoxylum fagara

Mucho menos desarrollado resulta el estrato herbáceo, que en condiciones de ausencia de disturbio es casi nulo; ahí prosperan entre otros:

Ayenia pusilla

Beloperone sp.

Blainvillea tampicana

Chamaedorea Pringlei

Dorstenia contrajeriva

Hechtia sp.

Henrya sp.

Lantana involucrata

Leersia hexandra

Oplismenus hirtellus

Pilea microphylla

Rivina humilis

Sclerocarpus uniserialis

Scythanthus americanus

Selenicereus spinulosus

Las trepadoras y las epifitas son mucho menos conspicuas y frecuentes que en el bosque tropical perennifolio; su abundancia varía en forma significativa de un lugar a otro, en relación principalmente con la exposición. Entre las primeras destacan:

Acanthocereus pentagonus

Celtis iguanea

Cydista potosina

Dioscorea Galeottiana

Hylocereus undatus

Melloa populifolia

Paullinia frutescens

Petrea volubilis

Selenicereus spinulosus

Vitis Berlandieri

Las epifitas más comunes son:

Epidendrum radiatum

Tillandsia polystachya

Tillandsia recurvata

Tillandsia Schiedeana

De los restos de bosques que se han encontrado sobre terrenos margosos planos o poco inclinados, se deduce que la composición de su vegetación era más o menos análoga a la arriba descrita. Como árboles adicionales, probablemente no muy abundantes, parecen haber crecido ahí:

Bumelia laetevirens

Ceiba pentandra

Enterolobium cyclocarpum

Ficus cotinifolia

Phyllostylon brasiliense

Tabebuia pentaphylla

Las comunidades secundarias que se localizan dentro del área del bosque tropical deciduo son numerosas, pues su composición y su estructura dependen de los factores edáficos, de los factores del disturbio, de su antigüedad, etc. De las que tienen aspecto de bosques los más frecuentes son los dos tipos siguientes: "aguichales" de Guazuma ulmifolia, y "palmars" de

Sabal mexicana. Los primeros se desarrollan particularmente bien en suelos someros sobre substrato margoso; los segundos existen de preferencia en lugares más o menos mal drenados, con tierra oscura algo profunda. En algunos sitios localizados abunda Piscidia piscipula.

En los matorrales predominan generalmente Acacia amentacea, Croton niveus, Karwinskia Humboldtiana. A continuación se presenta una lista de otros elementos leñosos, que forman parte con frecuencia de las asociaciones secundarias correspondientes al bosque tropical deciduo.

Acacia Berlandieri

Acacia cornigera

Acacia farnesiana

Acacia pennatula

Adelia barbinervis

Antigonon leptopus

Ardisia escallonioides

Bauhinia divaricata

Bernardia interrupta

Brahea dulcis

Bromelia pinguin

Buddleia americana

Calea zacatechichi

Calliandra Houstoniana

Callicarpa Pringlei

Carica papaya

Casearia nitida

Cassia emarginata

Cedrela mexicana

Celtis iguanea

Cestrum dumetorum

Citharexylum Berlandieri

Cnidocolus sp.

Colubrina Greggii

Cordia alba

Cordia Boissieri

Croton Cortesianus

Croton ciliato-glandulosus

Dalea humilis

Ehretia elliptica

Erythrina herbacea

Eugenia capuli

Eupatorium odoratum

Eysenhardtia polystachya

Hamelia erecta

Harpalyce arborescens

Lantana camara

Lantana hispida

Lantana involucrata

Leucaena pulverulenta

Mikania cordifolia

Mimosa albida

Mimosa pigra

Nectandra Loeseneri

<u>Nopalea</u> sp.	<u>Robinsonella</u> <u>discolor</u>
<u>Parmentiera</u> <u>edulis</u>	<u>Sapindus</u> <u>saponaria</u>
<u>Pisonia</u> <u>aculeata</u>	<u>Schoepfia</u> <u>Schreberi</u>
<u>Pithecoctenium</u> <u>echinatum</u>	<u>Thevetia</u> <u>peruviana</u>
<u>Pithecolobium</u> <u>calostachys</u>	<u>Trichilia</u> <u>havanensis</u>
<u>Pithecolobium</u> <u>dulce</u>	<u>Trichilia</u> <u>hirta</u>
<u>Podopterus</u> <u>mexicanus</u>	<u>Triumfetta</u> <u>semitriloba</u>
<u>Psidium</u> <u>guajaba</u>	<u>Xylosma</u> <u>flexuosum</u>
<u>Randia</u> <u>laetevirens</u>	<u>Yucca</u> <u>treculeana</u>
<u>Randia</u> <u>rhagocarpa</u>	<u>Zanthoxylum</u> <u>fagara</u>

En las orillas de los ríos y de los arroyos más grandes, que llevan agua durante todos el año, existe una vegetación ribereña más o menos siempre verde, cuyo aspecto contrasta notablemente en la época seca con los sitios circundantes. Los siguientes árboles son los característicos de este habitat:

<u>Chlorophora</u> <u>tinctoria</u>	<u>Platanus</u> <u>mexicana</u>
<u>Ficus</u> <u>mexicana</u>	<u>Pouteria</u> <u>hypoglauca</u>
<u>Ficus</u> sp.	<u>Salix</u> <u>chilensis</u>
<u>Guadua</u> <u>aculeata</u>	<u>Taxodium</u> <u>mucronatum</u>
<u>Inga</u> <u>spuria</u>	<u>Trophis</u> <u>racemosa</u>

Hacia el nor-este y hacia el oriente limita el bosque tropical deciduo con el bosque espinoso. En una faja de transición, que comprende terrenos con precipitación entre 1000 y 1200 mm, los dos tipos de vegetación coexisten, ocupando el primero los cerros casi siempre calizos y el segundo los terrenos llanos o poco inclinados de naturaleza margosa.

En numerosas localidades bien protegidas, en la sierra, dentro del área del bosque tropical deciduo, particularmente en fondos de cañones, valles angostos, en algunas laderas con exposición norte, etc., pueden mezclarse o llegar a dominar plantas

características del bosque tropical perennifolio, en especial Brosimum alicastrum, Celtis monoica, Dendropanax arboreus, Ficus spp., Pithecolobium arboreum, Protium copal, Rhipsalis cassutha, formando manchones siempre verdes. Su altura y estructura, sin embargo, no permiten clasificarlos como tales bosques perennifolios. Semejantes enclaves se citan de otras zonas del bosque tropical deciduo de México (Miranda, 1947: 105, de la Cuenca del Balsas; Gentry, 1946: 359, de Sinaloa; Martin, 1958: 33-34; del SW de Tamaulipas).

Es notable, asimismo, la existencia de pequeños islotes de encinar de Quercus obooides en el área del bosque tropical deciduo de San Luis Potosí, a gran distancia (\pm 100 km) del cuerpo principal de estos bosques, que se encuentra en la zona de Tamazunchale. La mayor frecuencia de tales manchones se ha encontrado cerca de Rascón, donde forman bosquecillos más bien espaciados de unos 8 a 10 m de alto, siempre sobre arcillas rojas típicas. Martin (1958: 32) encontró también esta clase de vegetación en el área del bosque tropical deciduo del SW de Tamaulipas. Como ya se indicó más arriba, se considera que dichos islotes están determinados edáficamente, y además en este caso se trata tal vez de reliquias de épocas en que el clima era más húmedo que el actual.

c) Bosque espinoso

Este tipo de vegetación representa el siguiente grado en la serie de biomas de clima caliente, que se establece como respuesta aparente al aumento de la aridez. En San Luis Potosí ocupa el área correspondiente a la Planicie Costera (\pm 4.5% de la superficie del Estado), insinuándose en algunos puntos a los primeros valles intermontanos de la zona de transición entre la Planicie y la Sierra Madre Oriental. Hacia el norte y hacia el este se extiende el bosque espinoso a zonas conti-

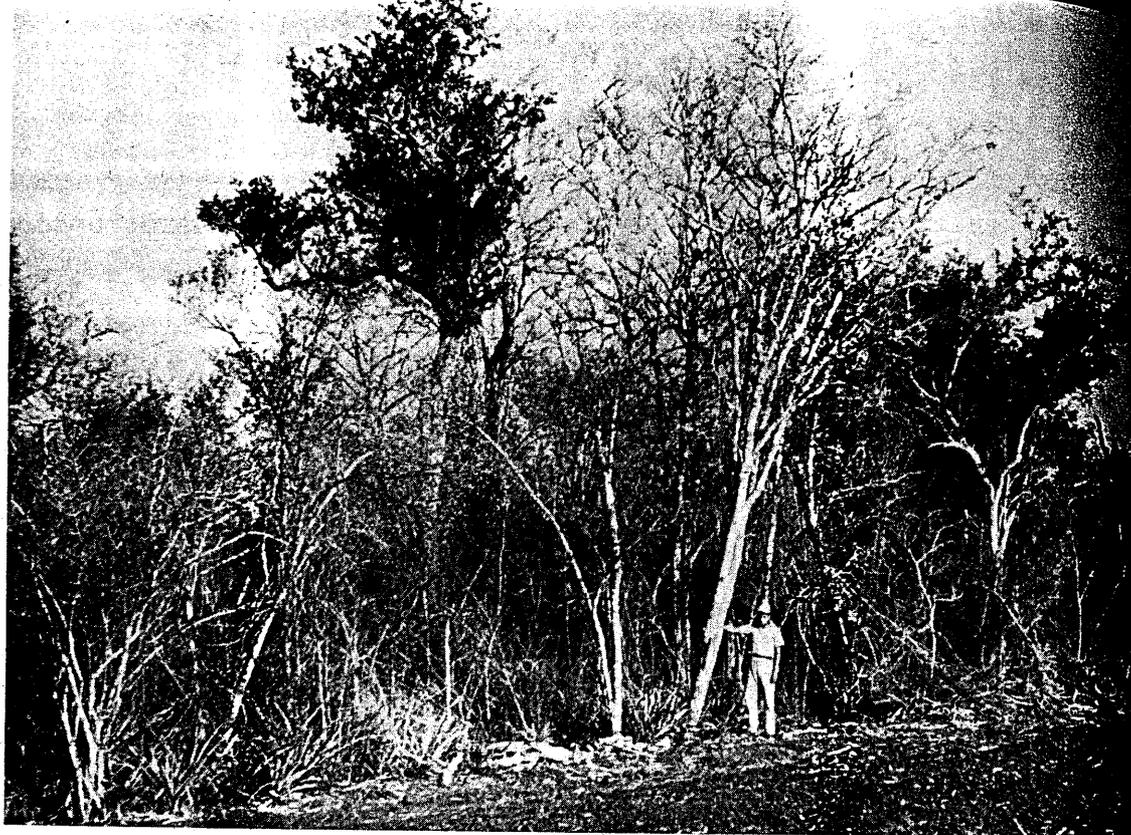
guas de Veracruz y Tamaulipas; es particularmente este último Estado donde ocupa grandes superficies. La zona en San Luis Potosí es más bien de tipo marginal; su existencia ahí se debe probablemente a condiciones desfavorables de suelo, pues el clima es aparentemente más húmedo del que requiere normalmente esta formación.

Se desarrolla en la zona estudiada sobre terrenos característicamente planos o de escasa inclinación, a una altitud entre $+20$ y $+150$ m, sobre substrato de marga o de lutita, con suelo de color gris o castaño claro, predominantemente arcilloso o arcilloso-limoso, con abundante carbonato de calcio, ligeramente alcalino, con 4 a 7% de materia orgánica. Es de poca utilidad para la agricultura, salvo las vegas de los ríos, donde suele ser más profundo y menos arcilloso.

El clima se caracteriza por una precipitación de menos de 1200 mm, con 6 meses de sequía acentuada. No se ha logrado determinar el límite inferior de la precipitación, pero es casi seguro que en ningún punto del área del bosque espinoso en San Luis Potosí llueve menos de 900 mm al año, en promedio. La temperatura es más extremosa que en la zona del bosque tropical decíduo; la media anual es aproximadamente la misma ($24 - 26^{\circ}\text{C}$), pero las heladas son relativamente más frecuentes, pues se presentan aproximadamente cada tercer año. La fórmula climática es Awg.

En muchos sitios se emplea el terreno para fines de la ganadería, aunque no en forma tan intensiva como en el caso del tipo de vegetación anterior, y aún existen grandes zonas con bosque más o menos bien conservado, especialmente entre Tamuín y San Vicente Tancuayalab. La utilización de los árboles para carbón constituye una actividad importante en algunas localidades. La agricultura se concentra principalmente a las orillas de los ríos.

Aunque es un bosque francamente decíduo, en lo que toca a



Figs. 12 y 13. Bosque espinoso, cerca de Tamuín. Nótese los árboles de Pithecolobium flexicaule (con hoja) y los de Phyllostylon brasiliense (sin hoja). En el estrato bajo destacan manchones de Bromelia pinguin.



casi la totalidad de sus especies, una de las dominantes (Pithecolobium flexicaule) pierde las hojas sólo por un período breve, lo que da por resultado que durante la mayor parte de la temporada de sequía la vegetación presenta un aspecto abigarrado (fig. 12). El estrato arbóreo superior tiene una altura de 8 a 10 (12) m y sus copas generalmente cubren menos del 30% de la superficie. Los árboles que lo componen presentan un aspecto característico: su corteza es de color claro; el tronco se divide desde una altura de 0.5 a 2 m, pero las ramificaciones no divergen a ese nivel, sino suelen entrelazarse entre sí; la copa es densa y de un diámetro más bien reducido; las ramas y las ramillas son de trayecto sinuoso y presentan espinas o ramificaciones cortas y duras que parecen tener función análoga. Son árboles de madera excepcionalmente dura y resistente. Las hojas o folíolos son de tamaño chico, corresponden a las categorías de leptofilia y nanofilia en su gran mayoría.

Son dominantes casi siempre Pithecolobium flexicaule y Phyllostylon brasiliense, a veces también Acacia unijuga, aunque la abundancia de esta última especie parece aumentar en condiciones de ligero disturbio. La pequeña epífita Tillandsia ionantha y una especie de Usnea cubren en ocasiones por completo las ramas de Phyllostylon.

Otros árboles altos, a veces presentes son:

Bumelia laetevirens

Esenbeckia Berlandieri

Bursera simaruba

Ficus spp.

Un estrato arbustivo superior, de 2 a 4 m, forma una espesura muy densa y hace que el bosque sea difícilmente penetrable (fig. 13). Abundan igualmente las especies espinosas, aunque el promedio del tamaño de la hoja es más grande (microfilia).

Los componentes de este estrato son principalmente:

<u>Acalypha</u> sp.	<u>Phyllanthus micrandrus</u>
<u>Achatocarpus nigricans</u>	<u>Pithecolobium brevifolium</u>
<u>Bumelia verruculosa</u>	<u>Podopterus mexicanus</u>
<u>Capparis incana</u>	<u>Psidium Ehrenbergii</u>
<u>Cephalocereus Palmeri</u>	<u>Randia rhagocarpa</u>
<u>Colubrina reclinata</u>	<u>Ruprechtia Cumingii</u>
<u>Croton glabellus</u>	<u>Schoepfia Schreberi</u>
<u>Croton niveus</u>	<u>Trichilia havanensis</u>
<u>Euphorbia Schlechtendalii</u>	<u>Trichilia trifolia</u>
<u>Helietta parviflora</u>	<u>Yucca treculeana</u>
<u>Karwinskia Humboldtiana</u>	<u>Zanthoxylum fagara</u>
<u>Morisonia americana</u>	

Sigue un estrato arbustivo inferior, no menos espinoso, en el cual destacan extensos manchones de Bromelia pinguin, incluyendo además los siguientes elementos:

<u>Acalypha</u> sp.	<u>Hechtia Ghiesbreghtii</u>
<u>Acanthocereus pentagonus</u>	<u>Jacobinia incana</u>
<u>Amyris madrensis</u>	<u>Lasiacis Rugelii</u>
<u>Amyris</u> sp.	<u>Malpighia glabra</u>
<u>Annona globiflora</u>	<u>Pedilanthus tithymaloides</u>
<u>Ardisia escallonioides</u>	<u>Rhacoma</u> sp.
<u>Croton Cortesianus</u>	<u>Trichilia trifolia</u>
<u>Erythrina herbacea</u>	<u>Phyllanthus micrandrus</u>
<u>Eupatorium spinaciaefolium</u>	

Las plantas herbáceas bajas son relativamente poco importantes y cubren escasa parte de la superficie. Las más frecuentes son:

Boerhaavia erectaCelosia nitidaCleome aculeataElytraria bromoidesEupatorium microstemonHenrya scorpioidesPetiveria alliacea

en su mayoría ligadas con condiciones de disturbio.

La abundancia de lianas es mucho menor que en los dos tipos de vegetación anteriores. Entre ellas destacan las semi-enredaderas con espinas grandes, mediante las cuales se apoyan sobre otros arbustos. En este grupo pueden mencionarse:

Acanthocereus pentagonusAntigonon leptopusCeltis iguaneaMarsdenia macrophyllaMuehlenbeckia sp.Pisonia aculeataSelenicereus spinulosus

Es muy probable que la existencia de algunas de las especies arriba mencionadas se debe en mayor o menor grado a la perturbación causada por las actividades humanas, a las que se hizo referencia. Además, son francamente secundarias en el bosque espinoso las siguientes plantas leñosas:

Abutilon sp.Acacia amentaceaAcacia cornigeraAcacia farnesianaCaesalpinia mexicanaCaesalpinia PringleiCassia emarginataCitharexylum BerlandieriCnidocolus aconitifoliusCordia albaCroton ciliato-glandulosusDiphysa minutifoliaEugenia sp.Guazuma ulmifoliaHarpalyce arborescensJacquinia racemosaMalvaviscus arboreusNopalea sp.Opuntia leptocaulisOpuntia LindheimeriPluchea odorataPithecolobium calostachys

Pithecolobium dulceThevetia peruvianaPsychotria erythrocarpaWaltheria americanaSapindus saponariaXylosma flexuosum

Algunas zonas de suelo profundo, drenaje deficiente y sujetas a frecuentes inundaciones, sostienen una vegetación en que domina exclusivamente Prosopis juliflora. Estos mezquiales son más bien raros en la zona estudiada, pero más hacia el norte (en Tamaulipas) parecen ser frecuentes y extensos; en su aspecto no difieren mucho de la comunidad descrita más adelante como mezquital extradesértico, propio de la Altiplanicie. Son bosquecillos de 6 a 10 m de alto, de densidad variable. Además de Prosopis se encuentran a veces Cercidium macrum, Condalia lycioides o Mimosa pigra.

Otra comunidad natural existente en la zona del bosque espinoso es una especie de savana con Crescentia alata. Se ha localizado un sólo manchón a unos 15 km al N de Tamuín, en condiciones de clima y suelo que aparentemente no difieren de las del bosque de Pithecolobium y Phyllostylon. Es una asociación abierta, con árboles esparcidos de Crescentia y de Piscidia piscipula, con algunos arbustos:

Abutilon sp.Croton niveusAcacia amentaceaDiphysa minutifoliaCallicarpa PringleiKarwinskia HumboldtianaCassia potosinaRandia rhagocarpaCordia BoissieriXylosma flexuosumCordia PringleiZanthoxylum fagaraCroton Cortesianus

El suelo, en la época lluviosa, está densamente cubierto por un gran número de plantas herbáceas, pero, como los arbustos, en su mayoría parecen ser de tipo secundario, por ejemplo:

Blainvillea tampicanaBoerhaavia erectaElytraria bromoidesEuphorbia sp.Ghinia curassavicaLantana hispidaMelochia pyramidataPhyla nodifloraRuellia sp.Sclerocarpus uniserialisSida spp.

No se ha logrado determinar si se trata de una asociación secundaria, mantenida quizás por el fuego, de un fragmento de una comunidad que tal vez se halle mejor desarrollada en otra parte, o de una reliquia. A este respecto es significativo que Crescentia alata no se ha citado (salvo una mención dudosa de Veracruz) de la vertiente oriental de México (Standley, 1926: 1324).

d) Matorral submontano

Se describe bajo esta denominación un tipo de vegetación caracterizado por la predominancia de arbustos altos o árboles bajos, deciduos generalmente por un período breve. Su composición florística es francamente neotropical y presenta numerosos elementos comunes con los bosques tropical deciduo y espinoso. El nombre "matorral submontano", utilizado por el autor desde 1955, deriva de "piedmont scrub", descrito por Muller (1939) de Nuevo León, tipo de vegetación probablemente equivalente al que se considera en este inciso.

Ocupa en San Luis Potosí más o menos el 7% de la superficie del Estado y se localiza en los escalones inferiores de la Altiplanicie y en la vertiente occidental de la Sierra Madre Oriental, cubriendo cerros poco elevados o porciones bajas de montañas altas, a altitudes entre 800 y 1700 m. La temperatura media anual es de unos 19 a 23°C. Las heladas suelen ocurrir todos los años en las zonas más altas, en cambio por debajo de

los 1000 m de altitud son más o menos frecuentes los inviernos libres de este fenómeno. La precipitación es del orden de 450 a 900 mm, típicamente con un período de 6 o 7 meses de lluvia deficiente al año. Estos climas corresponden a las fórmulas Cwag y BShwg.

El matorral submontano se desarrolla siempre en suelo somero, pues en tierras profundas es substituido por el mezquital extradesértico. Las características del suelo varían notablemente con la roca madre; en el caso del substrato calizo es negro, arcillo-arenoso, ligeramente alcalino y con abundancia de carbonato de calcio; cuando derivado de la riolita es arenoso, ligeramente ácido y no reacciona con HCl concentrado.

El impacto de las actividades humanas en la zona del matorral submontano es variable y depende de la cercanía de las poblaciones y del substrato geológico. Las especies dominantes no desarrollan troncos de grosor que justifique su explotación para madera, pero su uso para cercas y para combustible es importante en escala local, por lo cual los alrededores de los poblados sufren una tala intensa. Sobre roca madre caliza la escasez de agua y de plantas herbáceas repercute en un aprovechamiento ganadero de poca consideración. Es algo diferente la situación en regiones de substrato ígneo, más abundante en agua superficial y en vegetación herbácea, y en consecuencia con un disturbio permanente a causa de la mayor densidad del ganado y de algunas prácticas relacionadas con su mantenimiento.

El estrato superior y dominante del matorral submontano lo forman esencialmente plantas leñosas de 3 a 6 m de alto, cuyo porte está por lo común en los límites entre lo que suele considerarse como árbol o como arbusto. La densidad de los componentes del estrato y la cobertura del mismo es variable; en los substratos calizo y margoso llega a cubrir casi la totalidad de la superficie, sobre roca volcánica, en cambio, el valor de la cobertura rara vez pasa de 65% y a veces es sólo de

30%. Las especies que lo forman son en su mayoría plantas de follaje deciduo, aunque muchas pierden las hojas sólo por espacio de unas cuantas semanas durante el período seco. El tamaño dominante de la hoja (foliolo) es el correspondiente a la categoría de nanofilia. Las formas espinosas llegan a constituir en ocasiones el 30% de la biomasa vegetal, la suculentas afilas (Cactáceas) son a veces codominantes. Las especies que con mayor frecuencia se encuentran en este estrato arbustivo superior son:

<u>Acacia amentacea</u>	<u>Lemaireocereus</u> sp.
<u>Acacia Berlandieri</u>	<u>Lindleyella mespiloides</u>
<u>Acacia parviflora</u>	<u>Lysiloma divaricata</u>
<u>Bernardia mexicana</u>	<u>Mimosa leucaenoides</u>
<u>Bonetiella anomala</u>	<u>Myrtillocactus geometrizans</u>
<u>Bumelia celastrina</u>	<u>Neopringlea integrifolia</u>
<u>Celtis pallida</u>	<u>Opuntia Macdougalliana</u>
<u>Chiococca alba</u>	<u>Pistacia mexicana</u>
<u>Colubrina reclinata</u>	<u>Pithecolobium brevifolium</u>
<u>Cordia Boissieri</u>	<u>Portlandia mexicana</u>
<u>Decatropis bicolor</u>	<u>Psidium Ehrenbergii</u>
<u>Eysenhardtia polystachya</u>	<u>Pseudosmodingium Virletii</u>
<u>Flourensia laurifolia</u>	<u>Sebastiania Pavoniana</u>
<u>Fraxinus Greggii</u>	<u>Vauquelinia Karwinskii</u>
<u>Gochnatia hypoleuca</u>	<u>Wimmeria concolor</u>
<u>Helietta parvifolia</u>	<u>Yucca potosina</u>
<u>Krugiodendron ferreum</u>	

Las dominantes varían de un lugar a otro, y si este criterio se toma para definir las asociaciones, debe distinguirse un gran número de ellas. Matorrales de Helietta son los más frecuentes al oeste de la Llanura de Rioverde y también existen en otras partes sobre substrato calizo. Hacia el límite altitudinal superior de la formación a veces se presentan matorrales de Mimosa

leucaenoides y Acacia parviflora. En muchas ocasiones es dominante Pithecolobium brevifolium. Sobre substrato riolítico en la misma zona son típicos los matorrales abiertos de esta última Leguminosa con Lemaireocereus y Myrtillocactus. En las vertientes occidentales de la Sierra Madre Oriental Cordia Boissieri es abundante y domina con frecuencia en compañía de Pithecolobium brevifolium, Mimosa sp., Lemaireocereus, Myrtillocactus y Opuntia spp. sobre basaltos. Neopringlea integrifolia y Flourensia laurifolia prevalecen a menudo sobre calizas y margas al poniente y al sur de la Llanura de Rioverde.

Un estrato inferior, de 0.8 a 2 m de alto, es también característico. Generalmente domina en él Karwinskia mollis, especie que al igual que Neopringlea integrifolia, nunca se ha visto que falte en el matorral submontano de San Luis Potosí. Otros arbustos propios de este estrato son:

Acacia angustissima

Agave asperrima

Amyris madrensis

Astrocasia neurocarpa

Brahea decumbens

Bursera fagaroides

Casimiroa Pringlei

Cassia potosina

Cordia globosa

Croton Cortesianus

Croton Torreyanus

Dalea tuberculata

Eupatorium longifolium

Eupatorium spinaciaefolium

Hyptis albida

Jatropha dioica

Krameria cytisoides

Lantana camara

Lasiacis divaricata

Lippia Berlandieri

Machaonia Coulteri

Morkillia mexicana

Opuntia imbricata

Pithecolobium leptophyllum

Rhus pachyrrhachis

Salvia lasiantha

Sida Palmeri

Vernonia obtusa

Ximenia parviflora

Zexmenia lantanifolia



FAULTED BY
BIM

Fig. 14. Matorral submontano, cerca de Cerritos; destacan Courensia laurifolia, Pithecolobium brevifolium.

Fig. 15. Matorral submontano, con Helietta parvifolia, Pithecolobium brevifolium, Myrtillocactus geometrizans, Lemaireocereus sp.; al S de San Nicolás Tolentino.



El estrato herbáceo, cuyo desarrollo se encuentra en estrecha relación con la incidencia de las lluvias, es generalmente exuberante en las comunidades abiertas, particularmente en las que intervienen las Cactáceas grandes, como Lemaireocereus, Myrtillocactus, Opuntia; en los matorrales cerrados también suele formar una carpeta casi continua, pero de mucho menor altura, complejidad y volumen. Entre las que lo componen se encuentran muchas especies, cuya presencia o abundancia es con seguridad el resultado de disturbio:

Acacia angustissima

Acalypha spp.

Aristida adscensionis

Asta Schaffneri

Ayenia pusilla

Barroetia setosa

Blainvillea tampicana

Boerhaavia caribaea

Boerhaavia intermedia

Bouchea prismatica

Bouteloua curtispindula

Bouteloua radicata

Bouteloua trifida

Brickellia sp.

Bulbostylis capillaris

Calea albida

Cheilanthes lendigera

Commelina spp.

Cyperus aristatus

Cyperus spectabilis

Dalea brachystachys

Desmodium sp.

Digitaria leucites

Drymaria Fendleri

Eragrostis cilianensis

Euphorbia spp.

Evolvulus alsinoides

Florestina tripteris

Gomphrena decumbens

Heliotropium confertifolium

Heteropogon contortus

Heterosperma pinnatum

Hilaria cenchroides

Lantana hispida

Lantana involucrata

Leptochloa dubia

Loeselia caerulea

Loeselia ciliata

Margaranthus solanaceus

Melampodium divaricatum

Menodora Coulteri

Mitracarpum sp.

Muhlenbergia confusa

Nama dichotomum

Oplismenus hirtellus

Opuntia dumetrorum

<u>Oxalis</u> sp.	<u>Setaria</u> <u>geniculata</u>
<u>Oxybaphus</u> <u>comatus</u>	<u>Setariopsis</u> <u>auriculata</u>
<u>Pectis</u> <u>prostrata</u>	<u>Sida</u> <u>rhombifolia</u>
<u>Perezia</u> <u>runcinata</u>	<u>Spermacoce</u> <u>verticillata</u>
<u>Plumbago</u> <u>pulchella</u>	<u>Trichachne</u> <u>insularis</u>
<u>Plumbago</u> <u>scandens</u>	<u>Tridax</u> <u>procumbens</u>
<u>Portulaca</u> <u>parvula</u>	<u>Tridens</u> <u>grandiflorus</u>
<u>Priva</u> <u>mexicana</u>	<u>Turnera</u> <u>diffusa</u>
<u>Salvia</u> <u>coccinea</u>	<u>Valeriana</u> <u>sorbifolia</u>
<u>Sclerocarpus</u> <u>uniserialis</u>	<u>Viguiera</u> <u>dentata</u>
<u>Selaginella</u> <u>rupestris</u>	<u>Zinnia</u> <u>multiflora</u>

Como rupícolas en este tipo de vegetación a veces existen Hechtia sp., Echinocereus pentalophus, Opuntia stenopetala, Agave spp.

Las plantas trepadoras son poco abundantes en el matorral submontano; casi en su totalidad se trata de especies herbáceas:

<u>Cardiospermum</u> <u>halicacabum</u>	<u>Nissolia</u> <u>platycarpa</u>
<u>Cynanchum</u> spp.	<u>Passiflora</u> spp.
<u>Dioscorea</u> <u>convolvulacea</u>	<u>Sarcostemma</u> sp.
<u>Ipomoea</u> spp.	<u>Smilax</u> <u>bona-nox</u>

De las epifitas fanerogámicas sólo es frecuente la xerófila Tillandsia recurvata.

El número relativamente grande de especies que se citan en las listas se debe a la circunstancia de que las comunidades que se agrupan en este tipo de vegetación son muy variables y normalmente en una localidad determinada no conviven más de 25 a 35% de las que se citaron. A pesar de ello entre las distintas asociaciones existe una liga fisonómica, florística y ecológica marcada.

En la región limítrofe con los Estados de Guanajuato y Querétaro, en las laderas (preferentemente de exposición sur) de profundas barrancas del río Santa María y de sus afluentes aparecen algunas plantas que no se han encontrado en otras localidades y que parecen ser características de los cañones de los cursos superiores de los afluentes del Pánuco:

Ayenia rotundifolia

Neobuxbaumia polylopha

Bursera microphylla

Plumeria rubra

Fouquieria sp.

Pseudosmodingium multifolium

Lemaireocereus Dumortieri

A lo largo de las vías de drenaje, en el fondo de los cañones y de los arroyos, a altitudes inferiores de 1200 m, aparecen además diversos elementos termófilos propios del bosque tropical deciduo, como por ejemplo Croton niveus, Harpalyce arborescens, Parmentiera edulis, Phoebe tampicensis, Phyllostylon brasiliense.

La vegetación de los suelos arenosos y húmedos de las orillas de los ríos y de los arroyos se caracteriza esencialmente por la presencia de las siguientes especies leñosas:

Bumelia laetevirens

Acacia constricta

Ficus cotinifolia

Acacia farnesiana

Juglans mollis

Baccharis glutinosa

Peltostigma pteleoides

Bauhinia Coulteri

Pistacia mexicana

Brickellia laciniata

Platanus glabrata

Capsicum frutescens

Prosopis juliflora

Chiococca alba

Salix chilensis

Eupatorium spinaciaefolium

Taxodium mucronatum

Heimia salicifolia

Nicotiana glauca

Las de la primera columna son generalmente de porte arbóreo, pero nunca forman verdaderos bosques y no son raras las distancias de 200 m entre un árbol y otro.

Los matorrales secundarios derivados de este tipo de vegetación son con frecuencia dominados por Karwinskia mollis, Acacia farnesiana, A. pennatula, A. Berlandieri, Flourensia laurifolia o Dodonaea viscosa. Otros arbustos frecuentemente encontrados en estos matorrales son:

<u>Acacia amentacea</u>	<u>Croton Cortesianus</u>
<u>Acacia constricta</u>	<u>Dalea tuberculata</u>
<u>Brickellia veronicaefolia</u>	<u>Diospyros Palmeri</u>
<u>Brongniartia intermedia</u>	<u>Hyptis albida</u>
<u>Brongniartia Palmeri</u>	<u>Indigofera suffruticosa</u>
<u>Capsicum frutescens</u>	<u>Opuntia imbricata</u>
<u>Casimiroa Pringlei</u>	<u>Randia rhagocarpa</u>
<u>Citharexylum Berlandieri</u>	<u>Sebastiania Pavoniana</u>
<u>Colubrina Greggii</u>	<u>Tecoma stans</u>
<u>Cordia Boissieri</u>	<u>Trixis radiata</u>
<u>Croton ciliato-glandulosus</u>	<u>Zanthoxylum fagara</u>

e) Mezquital extradesértico

Este tipo de vegetación debería incluirse quizás dentro de la categoría de bosque espinoso, como en cierto modo lo proponen Miranda y Hernández Xolocotzi (op. cit.). Será posible solucionar este problema una vez que se conozcan mejor florística y fisonómicamente las diferentes comunidades de clima semi-árido de México, así como la ecología de múltiples variedades y ecotipos del complejo Prosopis juliflora, que son de las plantas más extendidas en el país.

En el presente trabajo se ha optado por mantener el mezqui-

tal extradesértico como tipo de vegetación separado, debido a que el bosque de Pithecolobium flexicaule y Phyllostylon brasiliense de la Planicie Costera de San Luis Potosí (reconocido más arriba como bosque espinoso) es fisonómica y florísticamente muy distinto de los mezquiales de la Altiplanicie, habiendo además entre ellos una pronunciada discontinuidad ecológica y de distribución geográfica. En Tamaulipas parece existir una amplia zona de transición entre ambos tipos de bosque y estudios más detallados de la vegetación de aquel Estado arrojarán probablemente mucha luz al mencionado problema. Cabe recordar en este sitio la existencia de mezquiales aislados en el área del bosque espinoso de la Planicie Costera, en condiciones edáficas especiales, pero al mismo tiempo es preciso notar que florísticamente el mezquital extradesértico de San Luis Potosí guarda relaciones mucho más estrechas con los matorrales desérticos que con cualquier otro tipo de vegetación.

El mezquital extradesértico en la zona estudiada se desarrolla generalmente en condiciones climáticas más o menos análogas a las propias del matorral submontano, pero ocupa los terrenos planos o poco inclinados, caracterizados por un suelo profundo. Existe también en algunos lugares de climas más áridos, donde la falta de precipitación es compensada por un nivel freático permanente o temporal al alcance de las raíces de Prosopis. El suelo correspondiente es en muchos casos oscuro, casi negro, moderadamente rico en materia orgánica, aunque a veces con un horizonte de caliche más o menos definido a 1 a 2 m de profundidad.

Tales características de suelo y clima hacen que el área del mezquital extradesértico esté en gran parte ocupada para fines de agricultura, por lo cual su existencia en muchos sitios es más bien hipotética o potencial. Lo único real en estas áreas son algunos árboles de Prosopis aislados (fig. 17)

que los agricultores acostumbra a dejar con frecuencia en los campos de cultivo cuando no se practica el riego. Las zonas no cultivadas se utilizan para una ganadería extensiva y además el mezquite se emplea ampliamente como maderable, combustible y para fines de construcción.

El bosque de mezquite tiene un estrato arbóreo de 6 a 10 m de alto, de densidad variable, pero que en condiciones de suelo sin exceso de sales con frecuencia cubre de 60 a 90% de la superficie. Prosopis juliflora juega siempre el papel de dominante y muchas veces es el árbol exclusivo. Los otros componentes del estrato a veces presentes son: Acacia farnesiana, Le Maireocereus sp. y Yucca filifera. Tillandsia recurvata suele ser muy abundante sobre las ramas del mezquite. Prosopis pierde sus hojas por espacio de unas cuantas semanas durante el período seco del año.

Los arbustos de 1 a 3 m de alto rara vez forman un estrato continuo y frecuentemente cubren sólo 0 a 30% del suelo; muchos de ellos son espinosos y la abundancia de algunos parece estar relacionada con la intensidad del disturbio:

Acacia farnesiana

Aloysia lycioides

Ayenia sp.

Celtis pallida

Citharexylum Berlandieri

Condalia lycioides

Condalia mexicana

Croton Cortesianus

Croton sp.

Iresine Schaffneri

Koeberlinia spinosa

Lycium sp.

Mimosa biuncifera

Mimosa monancistra

Myrtillocactus geometrizans

Opuntia imbricata

Opuntia (Platyopuntia) spp.

Salvia melissodora

Ximenia parviflora

El desarrollo y la composición del estrato herbáceo son algo variables. En algunos mezquिताles existe una carpeta pere

naje es más o menos eficiente, no hay exceso de sales en el suelo, llueve un promedio de más de 500 mm al año y existe abundante agua para riego, por lo cual gran parte de la superficie se utiliza para la agricultura. La zona central y boreal de la Llanura son climáticamente más áridas, con mal drenaje y con exceso de cloruros y sulfatos en el suelo; consecuentemente el mezquital ha sido más respetado. Este mezquital es generalmente menos denso y en suelos particularmente salobres o yesosos la densidad de Prosopis disminuye aún más, hasta dejar lugar en algunos sitios a la predominancia de la vegetación herbácea. Yucca filifera, Lemaireocereus sp. y Juniperus monosperma var. gracilis pueden ser los componentes adicionales del estrato arbóreo. Los arbustos más frecuentes son:

Celtis pallida

Opuntia imbricata

Koeberlinia spinosa

Opuntia leptocaulis

Lycium carolinianum

Opuntia (Platyopuntia) spp.

Maytenus phyllanthoides

La densidad de Maytenus y de Juniperus llega en algunos sitios a ser importante.

En la vegetación son normales halófitas (primera columna) y gipsófitas (segunda columna), como por ejemplo:

Atriplex abata

Bouteloua Chasei

Atriplex Pringlei

Dicranocarpus parviflorus

Distichlis spicata

Flaveria spp.

Geissolepis suaedaefolia

Muhlenbergia Purpusii

Sesuvium portulacastrum

Viguiera dentata

Sporobolus Nealleyi

Suaeda mexicana

Suaeda nigrescens

ne de gramíneas que cubre casi todo o todo el suelo (fig. 16). En la mayor parte de los casos hay un gran número de hierbas vivaces hemicriptófitas, cuyas partes aéreas desaparecen en la época seca. Existen también muchas anuales e inclusive anuales de invierno (Nama sp., Lobelia divaricata) que prosperan en los años y en los sitios en que la ausencia de heladas es simultánea con una mayor provisión de agua. Las siguientes plantas herbáceas suelen encontrarse con mayor frecuencia:

Abutilon sp.

Acalypha Poiretii

Acalypha sp.

Ambrosia psilostachya

Bouteloua trifida

Buchloe dactyloides

Commicarpus scandens

Eragrostis cilianensis

Eragrostis sp.

Gomphrena decumbens

Heliotropium spp.

Lantana involucrata

Leptochloa dubia

Melampodium divaricatum

Muhlenbergia monticola

Oxybaphus comatus

Panicum capillarioides

Parthenium hysterophorus

Pectis prostrata

Plumbago scandens

Rivina humilis

Sanvitalia procumbens

Setaria geniculata

Setaria macrostachya

Sida neomexicana

Sporobolus Wrightii

Teucrium cubense var. laevigatum

Tidestromia lanuginosa

Zaluzania triloba

Las trepadoras incluyen:

Boussignaultia ramosa

Cynanchum sp.

Ipomoea spp.

Maurandya Barclaiana

Maximowiczia tripartita

Casi toda la Llanura de Rioverde está o ha estado cubierta por un mezquital arbóreo. En la parte sur de la Llanura el dre

además de:

Aphanostephus humilis

Bahia Schaffneri

Buchloe dactyloides

Euphorbia spp.

Gutierrezia glutinosa

Lobelia divaricata

Nama sp.

Salvia sp.

Setaria macrostachya

Zaluzania triloba

En la región del manantial de la Media Luna, así como entre Tablas, San Bartolo y La Angostura, dentro de la misma Llanura de Rioverde, se desarrollan los componentes de una flórmula, muchos de cuyos componentes son aparentemente endémicos de la Llanura. En su mayoría son plantas que crecen en suelo húmedo y a orillas de charcos:

Androsace cinerascens

Baccharis sp.

Castilleja nitricola

Cirsium excelsius

Eryngium Pringlei

Geissolepis suaedaefolia

Oldenlandia Pringlei

Polygala turgida

Psilolaemus revolutus

Verbesina potosina

Viguiera potosina

Xanthocephalum tomentellum

Estas plantas representan quizás reliquias de la flora de las orillas del antiguo lago. A este respecto llama también la atención la presencia en suelo húmedo salino de Spartina spartinae y de Borrichia frutescens, que junto con Maytenus phyllanthoides y Lycium carolinianum son elementos característicos de la vegetación halófila costera.

No existe una separación neta entre el mezquital extradesértico y el matorral desértico micrófilo, encontrándose en el terreno todos los grados intermedios, ya que ambos tipos de vegetación son florística y ecológicamente similares y existen en áreas contiguas. El paso de uno a otro se efectúa en forma

de un continuo. Por el contrario las ecotonías con el matorral submontano son bien marcadas y casi siempre localizadas en franjas angostas de terreno.

La vegetación secundaria característica de los lugares que antiguamente sostenían un mezquital extradesértico es predominantemente de tipo herbáceo y se caracteriza por muchas especies ruderales. Parece ser que la recuperación del mezquital se realiza sin muchos estados arbustivos intermedios. En el caso de mezquiales de suelos salobres la sucesión se efectúa a través de un estado de halófitas herbáceas.

f) Matorral desértico micrófilo (incluyendo izotales)

Este tipo de vegetación ocupa aproximadamente el 38% de la superficie del Estado de San Luis Potosí, por lo cual resulta ser el más ampliamente extendido y particularmente interesante. Fué llamado primitivamente "matorral desértico aluvial" (Rzedowski, 1956) y corresponde en parte al "Central Plateau desert scrub" y al "Chihuahuan desert shrub" de Muller (1939 y 1947, respectivamente), al "desert shrub" de LeSueur (1945), en parte al "matorral desértico" y al "chaparrillo" de Gentry (1957) y coincide con el "creosote bush desert" de Leopold (1950).

El matorral desértico micrófilo se distingue por la predominancia de elementos arbustivos de hoja o foliolo pequeño y es propio de los terrenos planos y partes inferiores de los cerros de una gran zona del Altiplano, caracterizada por un clima francamente árido. La delimitación de esa zona resulta desgraciadamente algo difícil, pues particularmente hacia el sur, la disminución de la aridez es muy paulatina y la vegetación cambia en forma progresiva. Si bien en el norte del Estado se presenta el matorral desértico característico, hacia el suroeste existen muchas formas intermedias entre éste y el mez-

quital extradesértico. La inclusión de estas últimas dentro del matorral micrófilo podría objetarse desde varios puntos de vista, pero se ha optado por considerarlas como parte del mismo, para los fines del presente trabajo, debido a las siguientes causas: 1ª la existencia de un gradiente evidente entre los dos extremos mencionados, y 2ª la necesidad de incluir las comunidades del SW del Estado en alguna parte, puesto que no se justificaba la distinción de un tipo de vegetación por separado. Quizá cuando se conozca mejor la vegetación de Guanajuato y de Querétaro, será posible resolver esta situación en forma más adecuada.

El matorral desértico micrófilo se localiza en la porción correspondiente al Altiplano de San Luis Potosí a altitudes entre 1000 y 2300 m, pero la elevación sobre el nivel del mar, desde luego, no es limitante en cuanto al desarrollo de este tipo de vegetación. Lo curioso es que su composición y aspecto no varían gran cosa en función de la altitud, de lo que se desprende que la mayor parte de sus componentes está adaptada a vivir dentro de límites amplios de la temperatura. Las temperaturas medias anuales de los puntos extremos en San Luis Potosí son aproximadamente 16 y 22°C. Las heladas ocurren durante 3 a 4 meses en las partes altas, mientras que a los 1000 m pasan a veces inviernos enteros sin que la temperatura baje de 0°C. En la zona septentrional del Estado llega a nevar a veces. Cambios bruscos de la temperatura de 20°C y más no son raros en los meses de invierno. La precipitación registrada en diferentes localidades es de 270 a 500 mm. De 7 a 11 meses al año, en promedio, son secos, pero de hecho pueden pasar a veces 18 meses sin que llueva en forma apreciable. Las fórmulas climáticas correspondientes son BSkwg, BShwg, BWkwg, BWhwg.

Los suelos propios del matorral desértico micrófilo son característicamente de origen aluvial, descansando sobre depósitos profundos acumulados en los fondos de valles o depresiones,

o bien sobre depósitos más someros y algo pedregosos de las porciones inferiores de los abanicos aluviales, en las bases de los cerros. Suelen ser pobres en materia orgánica (2 - 4%) y de color más bien claro, entre grisáceo y rojizo o castaño. La textura es variable, pero en la mayor parte de los casos, arenosa; la reacción por lo común ligeramente ácida a ligeramente alcalina (pH 6 - 8). A profundidad variable suele haber un horizonte de induración, que es esencialmente ferruginoso en el caso de los suelos de derivación riolítica, o compuesto de $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ cuando la roca madre que contribuyó a su formación fué de tipo calcáreo. La cantidad de hojarasca es pequeña y ésta cuando existe se encuentra principalmente debajo de los arbustos.

Los efectos del factor humano sobre el área del matorral desértico micrófilo han sido de una intensidad relativamente poco significativa, aunque la situación varía de un lugar a otro. La agricultura en general es de poca cuantía, excepción hecha de zonas de riego o de zonas que por su situación topográfica resultan privilegiadas en cuanto a las posibilidades de recibir agua adicional a la obtenida de la precipitación. Todas estas superficies en conjunto no llegan a abarcar el 5% del área. El pastoreo es más importante, pues se realiza casi en todas partes, y predomina el ganado cabrío, cuya influencia sobre la vegetación es apreciable. En cuanto a la explotación de especies silvestres, cabe mencionar en primer lugar el uso del mezquite (Prosopis juliflora) para fines de construcción y como combustible. Con este último fin se usan también otras especies leñosas, incluyendo Larrea. En algunas áreas donde abunda el maguey (Agave atrovirens), éste se utiliza como materia prima para la elaboración del mezcal. Diferentes especies de nopal (Opuntia (Platyopuntia)) son comestibles y forrajeras. En general puede observarse que dentro del matorral desértico micrófilo, el aumento de la aridez va correlacionado con la atenuación de los efectos de la influencia del hombre, circunstancia que se debe por una parte

a la disminución de la densidad de la población humana, así como a la disminución o ausencia completa de las especies útiles, a medida que se empobrece y simplifica el manto vegetal.

Desde el punto de vista de su fisonomía, este tipo de vegetación puede presentar algunas variantes, de las cuales las más significativas son las siguientes. Un matorral abierto de 0.5 a 1.2 m de altura, compuesto de una sola dominante, y muchas veces sin la intervención de otras especies arbustivas, parece ser el reflejo de condiciones especialmente desfavorables en cuanto a la provisión de agua. Los arbustos no cubren sino el 5 a 25% de la superficie y las plantas herbáceas son escasas. Por otra parte existen matorrales altos o casi bosquecillos (de 2 a 4 m de alto), que incluyen numerosas especies leñosas y herbáceas de formas biológicas diversas, cubriendo los arbustos hasta 50% o algo más de la superficie, lo que representa el otro extremo de las condiciones de humedad. Un estrato de eminencias aisladas (Yucca spp.), hasta de 6 m de alto, existe con mucha frecuencia en el matorral desértico micrófilo de San Luis Potosí, y en ciertas localidades su importancia puede llegar a ser tan grande, que la comunidad presente la forma de un "bosque" abierto de Yucca, de aspecto muy peculiar, pero de composición florística análoga a la de un matorral típico (fig. 18). El estrato herbáceo sufre cambios fenológicos notables, pues en la época seca desaparece con frecuencia por completo, y su desarrollo, espesor e importancia cambian de año a año, en función de la abundancia y de la incidencia de las lluvias. Por otra parte, sin embargo, existen sitios, donde debido a ciertas condiciones edáficas, puede existir una carpeta perenne de gramíneas debajo de los arbustos. Todo tipo de condiciones intermedias entre las cuatro variantes descritas puede encontrarse en el terreno, y en realidad las condiciones intermedias son mucho más frecuentes que las "típicas". En un sólo valle existe casi siempre más de una variante del matorral desértico micrófilo, y el

paso de una a otra puede ser brusco o gradual, en relación con los factores fisiográficos y edáficos. La influencia directa del clima también deja reconocerse claramente en su distribución, pues el matorral bajo y abierto aumenta su frecuencia y área ocupada hacia el norte, en función del aumento de la aridez, y a expensas del matorral alto y más denso, cuya distribución es cada vez más restringida a lo largo de este gradiente.

El tamaño de hoja (o foliolo) de la gran mayoría de las especies del matorral desértico micrófilo corresponde a las categorías de leptofilia y nanofilia. En cuanto a la persistencia de la hoja, una parte de los arbustos pierde con regularidad su follaje durante un período variable, pero generalmente breve (1 a 4 meses); otros son perennifolios o al menos facultativamente perennifolios, pues en épocas de sequía larga y pronunciada plantas como Larrea, Flourensia, Celtis, Condalia y algunas otras pueden perder parte o la totalidad de sus órganos fotosintéticos. Plantas afilas, rosetófilas y suculentas son frecuentes, pero su abundancia disminuye notablemente con el incremento de la aridez. En forma semejante se comportan también las herbáceas perennes, incluyendo las trepadoras y las epifitas.

En el caso de la variante más exuberante del matorral desértico micrófilo puede distinguirse la siguiente estructura. El estrato más alto (4 a 6 m) es el de eminencias, que salvo casos especiales son muy aisladas (1 a 5 pies por hectárea), en el cual intervienen principalmente Yucca filifera o Y. decipiens; esta última substituye a la primera en el extremo occidental del Estado. Además, en escasas localidades existen Schinus molle o Lemaireocereus sp., que alcanzan la misma altura.

El estrato dominante es el arbustivo superior, de 2 a 3 m de alto. La especie más abundante en él es Prosopis juliflora, que presta su fisonomía a la comunidad, por lo cual se trata de un mezquital; otros arbustos muchos menos importantes son:

Acacia constrictaAcacia farnesianaAcacia tortuosaAloysia lycioidesBerberis pinifoliaCassia WislizeniCeltis pallidaCondalia lycioidesLycium barbinodeLycium BerlandieriMyrtillocactus geometrizansOpuntia leucotrichaOpuntia streptacanthaYucca filifera

Las ramas de Prosopis y de algunos otros arbustos en ocasiones están densamente cubiertas por la epífita Tillandsia recurvata.

El estrato arbustivo inferior, de 0.4 a 1.5 m de alto, incluye casi siempre a Larrea divaricata, y con frecuencia a Flourensia cernua como dominantes; además suelen encontrarse ahí:

Agave atrovirensAtriplex canescensCastela tortuosaCitharexylum brachyanthumCondalia mexicanaCondalia spathulataDalea tuberculataGymnosperma glutinosumIresine SchaffneriJatropha dioicaKoeberlinia spinosaMimosa biunciferaMimosa zygophyllaOpuntia cantabrigiensisOpuntia imbricataOpuntia leptocaulisOpuntia microdasysOpuntia tunicataParthenium incanumProsopis julifloraRhus microphyllaSalvia ballotaeifloraViguiera stenoloba

Varias especies de líquenes viven epifíticamente sobre las ramas de muchos arbustos.

En cuanto a los componentes del estrato herbáceo, pueden distinguirse dos nichos ecológicos distintos, habitados cada uno de ellos por elementos característicos. Un grupo de plan-

tas se halla preferentemente en los espacios vacíos que dejan entre sí los arbustos, en cambio otras suelen encontrarse en torno o al abrigo de los mismos, donde gozan de un microclima más favorable y de mayor provisión de materia orgánica en el suelo; en el caso de arbustos bajos y espinosos, éstos les ofrecen también protección contra los ^{los serapentes} predadores. El desarrollo de las plantas herbáceas, propias del suelo expuesto de los claros entre los arbustos depende en mucho mayor grado de las fluctuaciones del clima y predominan en él casi siempre las especies anuales, cuyas poblaciones oscilan notablemente de año a año. En cambio, en el habitat protegido hay numerosas perennes de período vegetativo relativamente largo. En la siguiente lista de especies más comunes la columna de la izquierda corresponde a las plantas del primer grupo y la de la derecha a las del segundo:

Aplopappus venetus

Aristida adscensionis

Bahia absinthifolia

Bouteloua barbata

Buchloe dactyloides

Coldenia canescens

Coldenia Purpusii

Conyza sp.

Dyssodia pentachaeta

Dyssodia setifolia

Eragrostis cilianensis

Euphorbia spp.

Florestina tripteris

Gutierrezia glutinosa

Kallstroemia hirsutissima

Lesquerella Fendleri

Muhlenbergia villiflora

Acleisanthes spp.

Aphanostephus humilis

Chenopodium Fremontii

Drymaria Fendleri

Echeveria sp.

Muhlenbergia monticola

Oxalis dichondraefolia

Oxybaphus comatus

Rivina humilis

Setaria macrostachya

Solanum nigrum

Stipa eminens

Talinopsis frutescens

Teucrium cubense var. laevigatum

Trichachne californica

Zaluzania triloba

Nama hispidum
Parthenium bipinnatifidum
Peganum mexicanum
Perezia nana
Perezia Parryi
Portulaca parvula
Scleropogon brevifolius
Sphaeralceahastulata
Sporobolus Wrightii
Tidestromia lanuginosa
Tridens pilosus
Tridens pulchellus
Zinnia pumila

Entre las primeras destacan, además, varias rastreras, por ejemplo:

<u>Allionia incarnata</u>	<u>Euphorbia</u> spp.
<u>Cuscuta</u> sp.	<u>Evolvulus alsinoides</u>
<u>Dichondra argentea</u>	<u>Sida procumbens</u>
<u>Dyschoriste decumbens</u>	

Entre las segundas, en cambio, hay algunas trepadoras; como Clematis Drummondii, Cynanchum sp., Maximowiczia tripartita.

Algunas Cactáceas pequeñas pueden ser también localmente frecuentes, por ejemplo:

<u>Ariocarpus</u> spp.	<u>Mammillaria</u> spp.
<u>Coryphantha</u> spp.	<u>Stenocactus</u> sp.
<u>Echinocereus</u> spp.	<u>Thelocactus fossulatus</u>
<u>Ferocactus latispinus</u>	

Un estrato rasante está constituido por algunas algas (Nostoc), líquenes crustáceos y una especie de hepática, cubriendo algunas veces considerables superficies de suelo descubierto, particularmente en años de escaso desarrollo del estrato herbáceo.

En el caso de la variante más pobre se trata de un matorral monótono de Larrea divaricata o de Larrea divaricata y Flourensia cernua, frecuentemente con un estrato inferior de Zinnia pumila. Prácticamente todos los arbustos tienen la misma altura y las herbáceas perennes son escasas. En ciertos casos extremos se ha observado solamente la existencia de Larrea y Allionia incarnata. Flourensia es particularmente importante en la Planicie Occidental, donde a menudo actúa como co-dominante y en ocasiones excluye a Larrea. En esa zona con frecuencia existe un gran número de gramíneas perennes (Sporobolus Wrightii, Buchloe dactyloides, Scleropogon brevifolius, Muhlenbergia villiflora, Tridens pulchellus, Bouteloua spp.), que en años lluviosos desarrollan una carpeta casi continua debajo de los arbustos. Plantas bajas (1 - 1.5 m) de Prosopis juliflora también pueden formar parte de este tipo de matorral, al igual que Cactáceas (Opuntia cantabrigiensis, O. leptocaulis) y algunos otros elementos de los enumerados más arriba.

Prosopis juliflora parece ser la especie leñosa mejor adaptada entre las propias del matorral desértico micrófilo a condiciones adversas, como deficiencia de drenaje, exceso de sales y de alcalinidad. En tales sitios existen matorrales de Prosopis a exclusión o con pocas acompañantes arbustivas (fig. 19); una mayor intensidad de los mencionados factores adversos es señalada por un mayor espaciamiento de los mezquites, que finalmente desaparecen para dar lugar a comunidades distintas, dominadas por plantas herbáceas, generalmente gramíneas perennes. Estas últimas se describen con más detalle en el inciso correspondiente al zacatal.

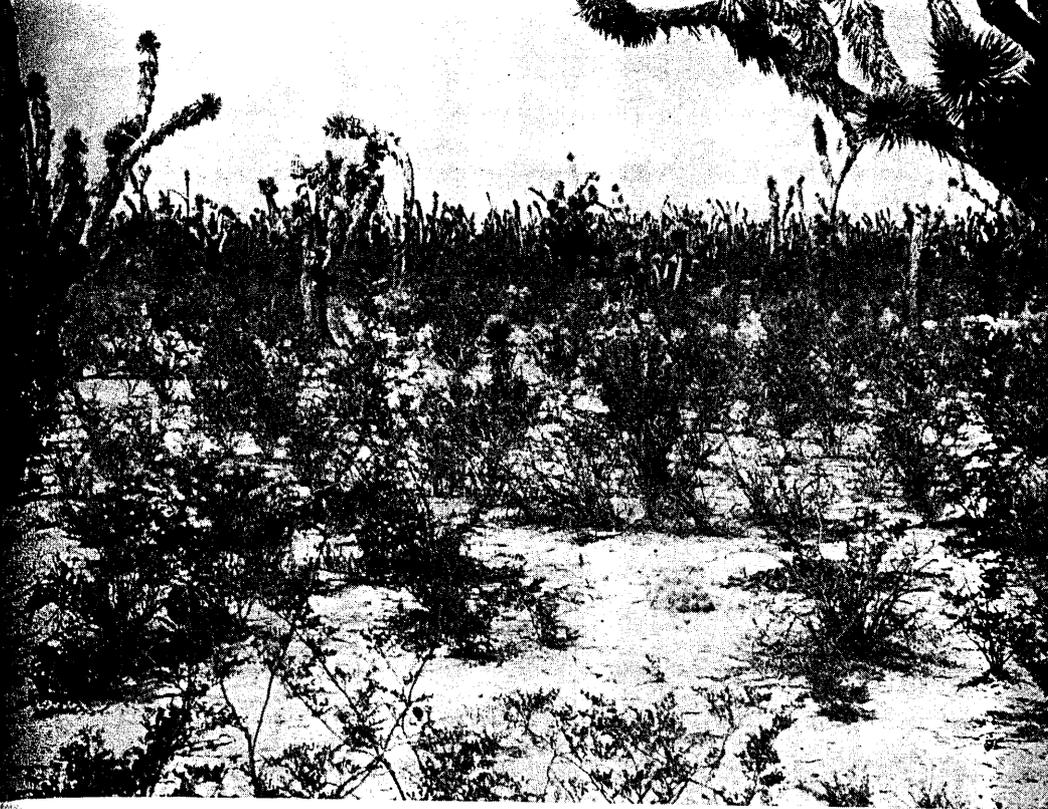


Fig. 18. Matorral desértico micrófilo de Larrea divaricata Flourensia cernua, con Yucca filifera, cerca de Salado.

Fig. 19. Matorral desértico micrófilo de Prosopis juliflora, en los alrededores de Salado.



Ya se habló (pp. 139-141) de la transición entre el matorral desértico micrófilo y el mezquital extradesértico. Otro tipo de situaciones transicionales muy frecuentes son las que se presentan entre el primero y el matorral desértico rosetófilo. Estas se localizan casi siempre sobre los abanicos aluviales, donde ambos tipos de vegetación suelen ponerse en contacto. Cuando el abanico aluvial es grande y el aumento de la pendiente gradual, el cambio puede ser muy paulatino, conviviendo en amplias superficies especies características de ambas formaciones. El factor de terminante en estos casos parece ser la textura del suelo y especialmente la abundancia de grava y piedra.

Transiciones directas entre el matorral desértico micrófilo y el matorral submontano y el piñonar son mucho más raras de observarse. Son relativamente extensas, en cambio, las zonas en que arbustos aislados de Larrea crecen en medio del zacatal, constituyendo la transición hacia el último (fig. 27). Tales áreas son particularmente frecuentes en las regiones de Salinas, Charcas y Santo Domingo.

A las orillas de los cursos temporales de agua aparecen algunos elementos característicos: Anisacanthus quadrifidus, Brickellia laciniata, Chilopsis longipes, Maurandya spp., así como individuos robustos de Prosopis y Celtis con abundantes epifitas. Los lugares en que hay agua corriente permanente pueden ostentar además, una vegetación de Baccharis glutinosa, Heimia salicifolia e individuos arbóreos de Salix Bonplandiana y Populus spp., así como numerosas hidrofitas.

En cuanto a la sucesión, ésta suele ser atenuada o ausente en el caso de los matorrales propios de condiciones hídricas más desfavorables (comp. Muller, 1940). En el caso de las variantes más exuberantes, al abandono de cultivo o al desmonte le sigue comúnmente un estadio de plantas herbáceas, como Artemisia Koltzschiana, Iva ambrosiaefolia, Franseria confertiflora y algunas más, sucedido de otro de subarbustos de tipo de Aplopappus

venetus, Buddleia scordioides, Mimosa biuncifera, etc., después del cual aparecen los arbustos normales del matorral micrófilo.

g) Matorral desértico rosetófilo (incluyendo izotales)

Este tipo de vegetación fue denominado anteriormente por el autor "matorral desértico calcícola" (Rzedowski, 1955b, 1956). Corresponde probablemente a "vegetation on isolated limestone sierras" de LeSueur (1945) y en parte al "cactus desert" de Leopold (1950). Es importante por su extensión en el Estado (+9%) y en particular por las especies útiles que incluye. El nombre de la unidad deriva de la circunstancia de que este tipo de matorral debe su fisonomía a especies arbustivas o sub-arbustivas de hojas alargadas y estrechas, agrupadas a manera de roseta. Entre estas plantas rosetófilas pueden distinguirse esencialmente dos tipos: las que poseen un tallo (caudex) alargado y manifiesto (Yucca, Dasyllirion), y las que carecen de tallo visible y el conjunto de hojas está en la base de la planta (Agave, Hechtia).

El matorral desértico rosetófilo ocupa las laderas de los cerros calizos y margosos de diversas zonas de la Altiplanicie y desciende a las partes superiores de los abanicos aluviales, situados en la base de los mismos cerros. En ocasiones se le puede encontrar en lugares de escasa inclinación, pero siempre y cuando el suelo contenga abundante grava y fragmentos de roca caliza.

El clima propio de este tipo de vegetación es análogo al que prevalece en las zonas del matorral desértico micrófilo, descrito en las págs. 140-141. Cabe añadir solamente que su límite altitudinal superior en San Luis Potosí alcanza los 2600 m, por lo cual las temperaturas medias anuales se estiman llegar hasta valores de $+ 15^{\circ}\text{C}$. También es pertinente señalar que por lo común la ladera de un cerro recibe un poco más de preci-

pitación que el fondo del valle contiguo. Esta circunstancia, de ninguna manera es suficiente para explicar la diferencia tan marcada entre la vegetación de ambos substratos.

El suelo es típicamente poco profundo e interrumpido por sa-
lientes de rocas. Su color varía de grisáceo a negro y el conte-
nido de materia orgánica es relativamente abundante (4 - 6%).
La reacción es ligeramente alcalina (pH 7 - 8), el contenido en
carbonato de calcio, elevado. La textura del material fino va-
ría de arenosa a arcilloso-arenosa, pero en realidad el elemen-
to predominante lo constituyen la grava y las piedras. Un hori-
zonte de induración o "caliche" subyace con frecuencia en las
laderas y en los abanicos aluviales y a menudo está firmemente
adherido a la roca madre caliza.

Los terrenos cubiertos por el matorral desértico rosetófilo
no se utilizan para la agricultura y sostienen solamente una ga-
nadería raquílica a base de cabras. Tampoco existen muchas espe-
cies útiles para la construcción o para combustible. Abundan,
sin embargo, varias plantas que son o han sido objeto de explo-
tación intensiva por el hombre. Destacan entre ellas la lechu-
guilla (Agave lecheguilla) y la palma samandoca (Yucca carnero-
sana), de cuyas hojas se extrae fibra dura para usos textiles;
la candelilla (Euphorbia antisiphilitica), de la cual se utili-
za la cera que cubre la epidermis de los tallos; y el guayule
(Parthenium argentatum), planta que se utilizó intensamente du-
rante la primera mitad de este siglo por su alto contenido en
hule. La explotación de las dos últimas se realiza cortando la
planta al ras del suelo o arrancándola con una parte de la
raíz, prácticas que reducen las existencias de las especies. En
el caso de Yucca y de Agave, se corta exclusivamente el "cogo-
llo", o sea el conjunto de hojas tiernas situado en el centro
de la roseta. Este tratamiento no es tan perjudicial y permite
una explotación continua; interfiere, sin embargo, con la flora-
ción, y posiblemente a la larga también repercutirá reduciendo

las poblaciones de las plantas, pues éstas sólo se reproducen vegetativamente en las condiciones actuales. Como ya se indicó en otro sitio, el uso intensivo de Yucca, Agave, Euphorbia y Parthenium data de hace varias decenas de años; aunque la última planta ya no tiene demanda en la actualidad. Cabe recalcar también el hecho de que mientras Agave y Yucca se explotan en una gran parte del Estado, Euphorbia, aunque existe en muchos sitios, sólo se corta para uso comercial en el extremo norte de la zona estudiada.

Fisionómicamente dominan en este tipo de vegetación casi siempre en forma muy amplia las plantas rosetófilas que son perennifolias, y aunque entre los demás arbustos existen muchos de hoja decidua, nunca se pierde el aspecto verde de la formación. El tamaño de la hoja de la mayoría de los componentes varía entre la categoría de leptofilia y la de mesofilia. Prácticamente todas las formas biológicas características de las zonas áridas de México están representadas aquí.

Desde el punto de vista de su estructura, el papel primordial en el matorral desértico rosetófilo le corresponde al estrato subarborescente, que alcanza por lo común 20 a 60 cm de alto. Este estrato cubre con frecuencia más del 50% de la superficie y muchas veces casi todo el suelo disponible. Las dominantes suelen ser una o varias de las tres especies siguientes: Agave lecheguilla, A. striata, Hechtia glomerata, todas ellas rosetófilas y caracterizadas por una exuberante reproducción vegetativa, formando gregios o colonias, a veces de varios metros de diámetro, muriendo gradualmente los individuos de las partes centrales de la colonia. Otros componentes del mismo estrato pueden ser:

Calliandra eriophylla

Chrysactinia mexicana

Dalea Berlandieri

Dalea Lloydii

Dalea tuberculata

Echinocactus visnaga

<u>Echinocereus cinerascens</u>	<u>Orthosphenia mexicana</u>
<u>Eupatorium calophyllum</u>	<u>Opuntia microdasys</u>
<u>Eupatorium espinosarum</u>	<u>Opuntia stenopetala</u>
<u>Euphorbia antispyhyllitica</u>	<u>Opuntia tunicata</u>
<u>Gymnosperma glutinosum</u>	<u>Parthenium argentatum</u>
<u>Heliotropium confertifolium</u>	<u>Parthenium incanum</u>
<u>Jatropha dioica</u>	<u>Viguiera stenoloba</u>
<u>Krameria Navae</u>	<u>Zinnia juniperifolia</u>
<u>Lippia Berlandieri</u>	<u>Zinnia pumila</u>
<u>Menodora spp.</u>	

Por encima del estrato subarbustivo pueden distinguirse dos estratos superiores: uno de eminencias, compuesto en forma exclusiva de Yucca carnerosana, y otro arbustivo. El primero, de 2.5 a 5 m de alto, puede faltar por completo, pero cuando existe posee una importancia fisonómica sobresaliente, pues presta a la comunidad el aspecto de un bosquecillo ("palmar") (fig. 20), aunque desde el punto de vista de la cobertura la participación de Yucca es poco significativa.

El estrato arbustivo propiamente dicho, que incluye plantas de 1 a 2 m de alto, rara vez ocupa más de 20% de la superficie. Es el que incluye un mayor porcentaje de plantas leñosas de hoja decidua y muchas de hoja gruesa de consistencia coriácea. Pueden ser frecuentes ahí:

<u>Acacia crassifolia</u>	<u>Dasyllirion cedrosanum</u>
<u>Agave asperrima</u>	<u>Dasyllirion sp.</u>
<u>Bauhinia ramosissima</u>	<u>Ephedra aspera</u>
<u>Bonetiella anomala</u>	<u>Eysenhardtia parvifolia</u>
<u>Buddleia marrubiifolia</u>	<u>Ferocactus Pringlei</u>
<u>Bursera fagaroides</u>	<u>Forestiera phillyreoides</u>
<u>Cassia Wislizenii</u>	<u>Fouquieria campanulata</u>
<u>Creton Terreyanus</u>	<u>Fraxinus Greggii</u>

Gochnatia hypoleuca
Karwinskia mollis
Krameria cytisoides
Larrea divaricata
Leucophyllum minus
Leucophyllum revolutum
Leucophyllum zygophyllum
Lindleyella mespiloides
Lycium barbinode
Mascagnia cana

Mimosa zygophylla
Mortonia scaberrima
Pithecolobium elasticophyllum
Prosopis juliflora
Salvia ballotaeflora
Sida Palmeri
Sophora secundiflora
Vauquelinia Karwinskii
Zexmenia gnaphalioides

Las plantas herbáceas incluyen también un gran número de especies, tanto anuales como perennes. Su importancia cuantitativa, sin embargo, no es grande, pues rara vez se encuentra en abundancia alguna de ellas. Muchas sobrepasan en altura a los subarbutos. No son raras las flores vistosas, predominando entre ellas el color amarillo y el morado. A continuación se citan sólo las más frecuentes:

Ageratum corymbosum
Aristida adscensionis
Asta Schaffneri
Bahia absinthifolia
Bouteloua curtipendula
Chaetopappa bellioides
Coldenia canescens
Croton corymbulesus
Cyphomeris gypsophiloides
Danthonia mexicana
Drymaria Fendleri
Dyssodia setifolia
Enneapogon Desvauxii
Florestina tripteris

Gerardia Gregii
Heteropogon contortus
Hibiscus cardiophyllus
Hibiscus Coulteri
Houstonia rubra
Leptochloa dubia
Lesquerella spp.
Linum scabrellum
Loeselia caerulea
Muhlenbergia monticola
Nerisyrenia camperum
Oxybaphus comatus
Panicum Hallii
Penstemon lanceolatus

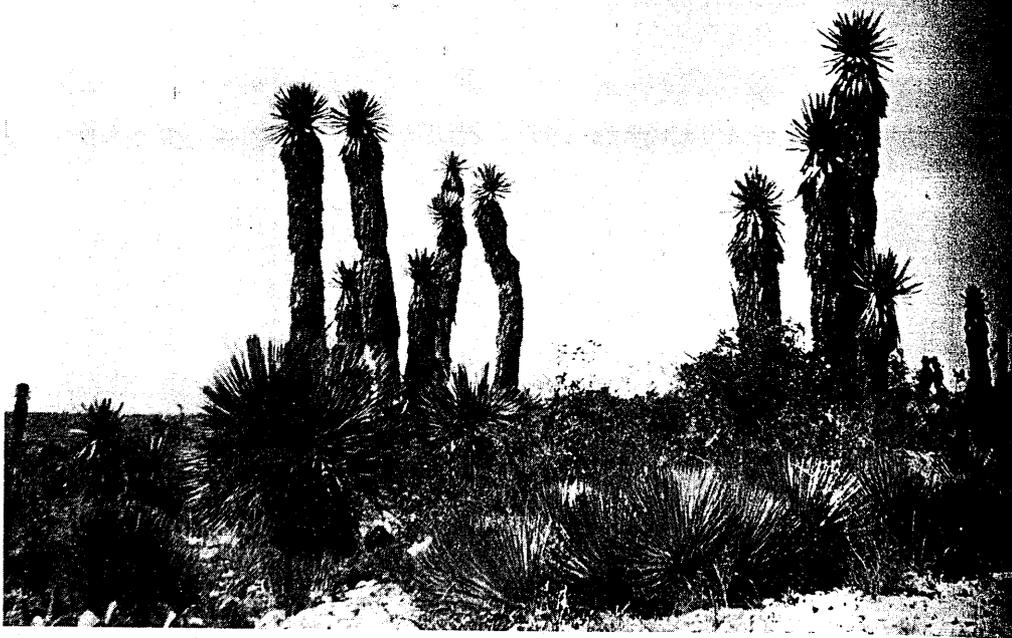
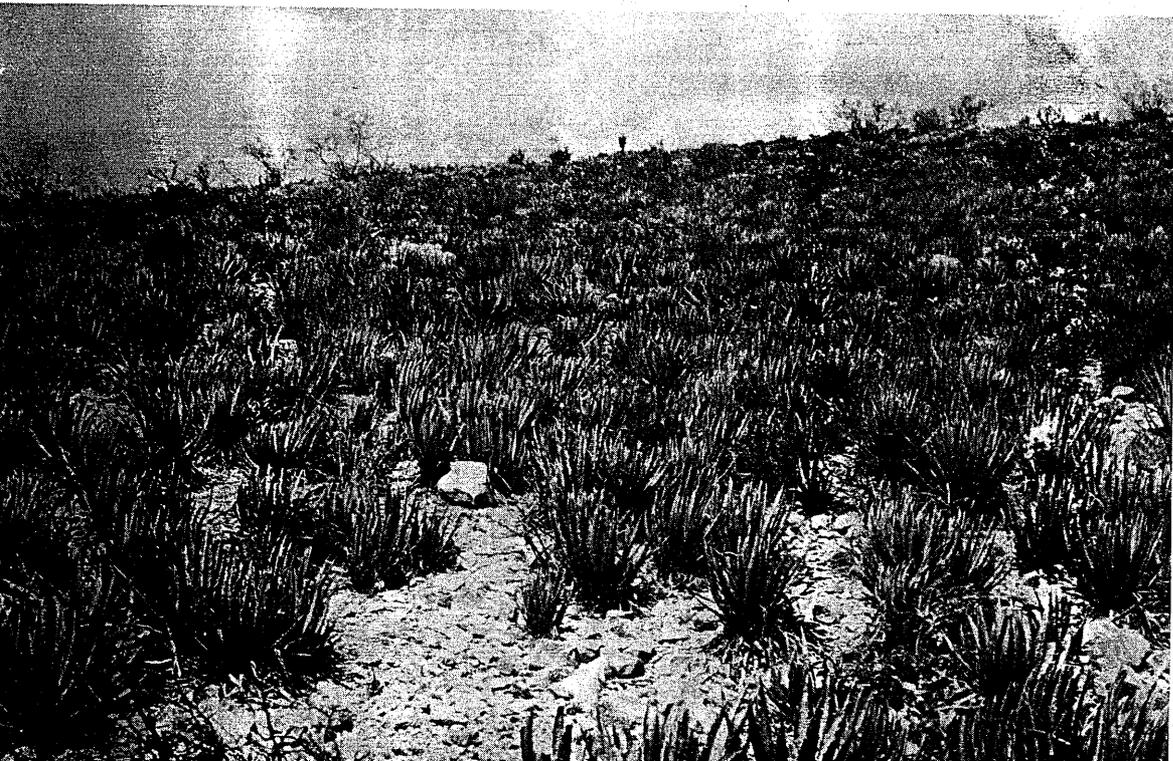


Fig. 20. Matorral desértico rosetófilo, con Yucca carnosa, Agave striata, Dasylirion sp., cerca de Villa de Arriaga.

Fig. 21. Matorral desértico rosetófilo de Agave lecheguilla, al N de Matehuala.



Setaria geniculataStipa eminensTalinopsis frutescensTradescantia crassifoliaTragia nepetaefoliaTridens grandiflorusTridens pulchellus

Entre las escasas trepadoras pueden contarse: Cardiospermum malicacabum, Cynanchum Kunthii, Ipomoea spp., Mandevilla Karwinskii.

También aquí existen numerosas Cactáceas pequeñas, algunas semi-enterradas, como por ejemplo:

Astrophytum myriostigmaCoryphantha spp.Echinocereus pectinatusLophophora WilliamsiiMammillaria spp.Neolloydia clavataPelecyphora aselliformis

Es importante señalar, que, a semejanza del matorral desértico micrófilo, este tipo de vegetación también presenta variaciones en función del grado de la aridez. Hacia el sur, donde por lo general suele llover un poco más, puede observarse una mayor exuberancia, una participación de numerosas formas biológicas y la ausencia prácticamente completa de Larrea en su composición. En el extremo norte del Estado, en cambio, la diversidad del matorral desértico rosetófilo es menos acentuada; son frecuentes las situaciones con una sola dominante (fig. 21), y la gobernadora entra a menudo a formar parte de la comunidad. Tal expansión de Larrea a habitats cada vez más diversos, en función del aumento de la aridez, parece ser un fenómeno normal, pues también se ha observado en la región árida sonorense (Shreve, 1951: 157).

En cuanto a las zonas de transición, además de las ya discutidas (p. 149) con el matorral micrófilo, son frecuentes las que se presentan en los límites del zacatal, encinar arbustivo,

y matorral submontano. En algunas situaciones hay un cambio paulatino con substitución gradual de unas especies por otras, pero es más frecuente la existencia de mosaicos sobre las laderas de los cerros, en que los lugares protegidos difieren mucho de los expuestos, etc.

No se han observados comunidades secundarias bien definidas, derivadas del matorral desértico rosetófilo.

Debido a su interés desde el punto de vista económico, el matorral rosetófilo merece atención especial y urge un estudio ecológico concienzudo tanto del tipo de vegetación mismo, como de sus componentes más interesantes. Los resultados de tales investigaciones podrían señalar el camino de la aplicación de métodos efectivos para la propagación, la recolección y el aumento del rendimiento de las plantas útiles; cuya explotación es la principal base del mantenimiento de muchos miles de mexicanos.

Por sus formas biológicas extrañas y atractivas, por su colorido y por su diversidad, el matorral desértico rosetófilo ocupa un lugar muy especial y es quizás el más vistoso de todos los tipos de vegetación que se describen en este trabajo. Sería de recomendarse delimitar dentro de su extensión algunas pequeñas áreas de fácil acceso, con el objeto de convertirlas en zonas protegidas o parques nacionales, que a su vez servirían como lugares de recreo y de atracción para el turismo.

h) Matorral crasicaule

La dominancia de grandes Cactáceas de los géneros Opuntia y Myrtillocactus determina este tipo de vegetación, especialmente característico del SW del territorio estudiado. Fue denominado con anterioridad "matorral cactus-mezquite" (Rzedowski, 1955b) y corresponde en parte a las "nopaleras" de la clasificación de Miranda y Hernández Xolocotzi (op. cit.). Shreve (1940) lo menciona bajo el nombre de "cactus-savana". Ocupa aproximadamente

el 5% de la superficie del Estado. Se desarrolla de preferencia sobre laderas de cerros riolíticos y basálticos y sobre los abanicos aluviales situados en la base de los mismos cerros. En ocasiones se le observa también en las llanuras contiguas, sobre suelos derivados de las mencionadas rocas.

Por sus exigencias climáticas se asemeja a los matorrales desértico micrófilo y rosetófilo, pero los valores limítrofes no son exactamente los mismos, pues en ciertos lugares se ha observado la existencia del matorral crasicaule al lado del zacatal y se ha visto en Zacatecas (Rzedowski, 1957b: 69) que no se encuentra en los sitios de aridez acentuada, donde es substituído por otra comunidad distinta. En San Luis Potosí se presenta en altitudes que varían entre 1000 y 2200 m, con una precipitación media anual entre 300 y 600 mm. Las temperaturas medias anuales son de 16 a 22°C. El número de meses secos es en promedio anual de 7 a 9. Las fórmulas climáticas correspondientes son BSkwg y BShwg.

Los suelos más frecuentemente encontrados en relación con el matorral crasicaule son someros y arenosos, de color castaño o rojizo-grisáceo, ligeramente ácidos (pH 5.5 - 6.5), con 2 a 3% de materia orgánica y sin carbonato de calcio. Cuando derivados de basaltos son arcilloso-arenosos y de reacción cercana a la neutralidad. Rocas y piedras suelen abundar en la superficie y hay mucha grava mezclada con el material fino. En los casos de suelos de llanura, son profundos, de textura arenosa y bien drenados.

El área del matorral crasicaule coincide con una zona relativamente bien poblada, por lo cual la influencia del hombre sobre su composición, estructura y distribución ha sido apreciable. Puesto que el matorral crasicaule se desarrolla casi siempre sobre laderas pedregosas, sólo un pequeño porcentaje de su área en San Luis Potosí se dedica a la agricultura. La ganadería, en cambio, es intensa, al igual que la explotación de espe

cies silvestres. Prácticamente toda el área está sujeta a un fuerte y desordenado pastoreo por cabras y vacas, lo que ha dado por resultado cambios pronunciados en la vegetación, esencialmente en el sentido de una substitución de las especies palatables por otras que el ganado no toca; la cantidad de anuales y de subarbustos espinosos ha aumentado en gran proporción. Los cladodios de los nopales (Opuntia (Platyopuntia) spp.) se utilizan, previa eliminación de las espinas, como alimento para el ganado; los magueyes (Agave atrovirens) como materia prima para la elaboración de bebidas alcohólicas. En algunas localidades cercanas a los poblados parece que las grandes Cactáceas fueron totalmente destruidas y en su lugar existe solamente un zacatal bajo con subarbustos. Por el contrario, en otros sitios los nopales se muestran agresivos y colonizan situaciones de sobrepastoreo del zacatal "clímax". Los frutos de Opuntia streptacantha, O. leucotricha y de Myrtillocactus geometrizans son comestibles y los de la primera especie se explotan comercialmente, siendo la ciudad de San Luis Potosí el principal centro de su consumo, industrialización y distribución.

Por su fisonomía, el matorral crasicauale debe catalogarse también como un tipo de vegetación de mucha vistosidad debido a la abundancia de grandes Cactáceas. Estas, aunque no pueden considerarse como una rareza en México, no dejan de llamar la atención cuando se encuentran cubriendo, en forma densa y homogénea, grandes extensiones de terreno. Constituyen un elemento tan característico de la vegetación de los alrededores de la capital del Estado, que en la mente de muchas personas, el nombre de San Luis Potosí está ligado a las nopaleras, al nopal o a las tunas (frutos de Opuntia).

Gracias a estas Cactáceas la comunidad presenta un aspecto verde a lo largo del año, no obstante que la mayor parte de las especies que las acompañan, incluyendo varias leguminosas arbustivas espinosas, sufren cambios fenológicos acentuados y

se encuentran sin hoja durante varios o muchos meses. Entre estos elementos predominan en general los de hoja pequeña y las categorías más frecuentes son las leptófilas y las nanófilas. Desde el punto de vista florístico es preciso señalar que el matorral crasicauale participa de muchos elementos del matorral de sértico micrófilo. Existen, sin embargo, especies diferenciales, que salvo lugares de transición, no existen más que en uno de los dos tipos de vegetación, por ejemplo los siguientes arbustos frecuentes:

Matorral crasicauale

Baccharis ramiflora

Bursera fagaroides

Ferocactus melocactiformis

Trixis angustifolia

Verbesina oreopola

Matorral desértico micrófilo

Flourensia cernua

Koeberlinia spinosa

Opuntia leptocaulis

Este matorral suele presentar una altura de 1.5 a 5 m, pudiendo distinguirse dos o tres estratos arbustivos. El más alto, de 4 a 5 m, no siempre existe y a menudo sólo está constituido por eminencias aisladas. Los pueden formar Yucca filifera, Y. decipiens o Lemaireocereus spp.; nunca cubre más de 10% de la superficie.

El estrato principal, o el que confiere su fisonomía a la formación, tiene comúnmente una altura de 1.5 a 3 m. Su densidad varía grandemente en función de muchos factores y la cobertura oscila entre 10 y 60% y quizás a veces más. Las dominantes pueden ser una o varias de las siguientes especies: Opuntia streptacantha, O. leucotricha, Myrtillocactus geometrizans, con frecuencia en compañía de Prosopis juliflora, Acacia tortuosa, A. farnesiana o Cassia Wislizenii. Otras especies que alcanzan normalmente la mencionada altura son:

Acacia constrictaAloysia lycioidesCeltis pallidaCitharexylum brachyanthumEysenhardtia polystachyaKarwinskia HumboldtianaLycium barbinodeLycium BerlandieriMontanea tomentosaRhus microphyllaVerbesina oreopola

Al igual que Tillandsia recurvata, que crece en las ramas de Prosopis y de algunas otras especies.

Un estrato arbustivo más bajo (0.4 a 1 m) cubre por lo general 20 a 40% de la superficie, siendo Mimosa biuncifera su componente más importante desde el punto de vista cuantitativo, aunque la abundancia de esta especie, junto con la presencia de varias otras, es indicadora de disturbio. Entre los arbustos bajos frecuentes pueden enumerarse además:

Adolphia infestaAgave atrovirensBaccharis ramifloraBaccharis ramulosaBrickellia veronicaefoliaBuddleia scordioidesBursera fagaroidesCalliandra eriophyllaCondalia mexicanaCroton sp.Dalea tuberculataEchinocereus stramineusEupatorium espinosarumFerocactus melocactiformisGymnosperma glutinosumJatropha dioicaIresine SchaffneriOpuntia robustaPerymenium parvifoliumTrixis angustifolia

El estrato herbáceo es en general conspicuo, pero como en los demás matorrales de clima árido, presenta cambios fenológicos muy acentuados y su desarrollo en un momento determinado depende mucho de las condiciones meteorológicas de las últimas semanas. En su composición se suele reflejar mucho el efecto de sobrepastoreo, incendio y de otro tipo de perturba-

ción, aumentando la abundancia de especies anuales y con frecuencia también de algunas plantas nitrófilas. La siguiente lista incluye solamente las más comunes:

Aristida adscensionis

Aristida Schiedeana

Bahia Schaffneri

Boerhaavia spp.

Bogenhardia crispa

Bouteloua curtispindula

Bouteloua gracilis

Bouteloua radicata

Bouvardia scabrida

Drymaria Fendleri

Enneapogon Desvauxii

Gomphrena decumbens

Heterosperma pinnatum

Lantana involucrata

Leptochloa dubia

Leptoloma cognatum

Loeselia caerulea

Loeselia ciliata

Lycurus phleoides

Menodora Coulteri

Mentzelia hispida

Microchloa Kunthii

Muhlenbergia monticola

Nama hispidum

Notholaena spp.

Oxybaphus comatus

Plumbago pulchella

Rivina humilis

Selaginella spp.

Setaria geniculata

Spermacoce verticillata

Stipa eminens

Talinopsis frutescens

Tradescantia crassifolia

Tragia nepetaefolia

Tridens pulchellus

Turnera diffusa

Verbesina Schaffneri

Zaluzania triloba

Las rastreras son abundantes, por ejemplo:

Brayulinea densa

Dichondra argentea

Euphorbia spp.

Evolvulus spp.

Paronychia mexicana

Scopulophila Parryi

Sida spp.

Las trepadoras herbáceas en la época de lluvias cubren muchos arbustos, destacando entre las altas:

Cardiospermum halicacabum

Ipomoea spp.

Clematis Drumondii

Sarcostemma elegans

Cynanchum Kunthii

Las principales variantes del matorral crasicaule en San Luis Potosí son las siguientes. En la Planicie Occidental y zonas adyacentes, donde la altitud pasa de 2000 m, las Cactáceas dominantes son O. streptacantha y O. leucotricha (fig. 23), a exclusión de Myrtillocactus que es una planta más termófila. Este último es abundante en el SW y Centro del Estado, donde forma asociaciones con Opuntia streptacantha (fig. 22) o consociaciones. A altitudes inferiores de 1600 m se presenta además Lemaireocereus sp. ("pitayo"), que junto con Myrtillocactus y O. leucotricha domina en las aisladas zonas ígneas situadas al oriente de Cerritos y al norte de Rioverde. En la región drenada por el río Santa María existen los siguientes elementos, ausentes de otras áreas del matorral crasicaule del Estado:

Brongniartia Parryi

Mimosa sp.

Franseria sp.

Montanoa tomentosa

Karwinskia Humboldtiana

Stillingia sanguinolenta

Lemaireocereus Dumortieri

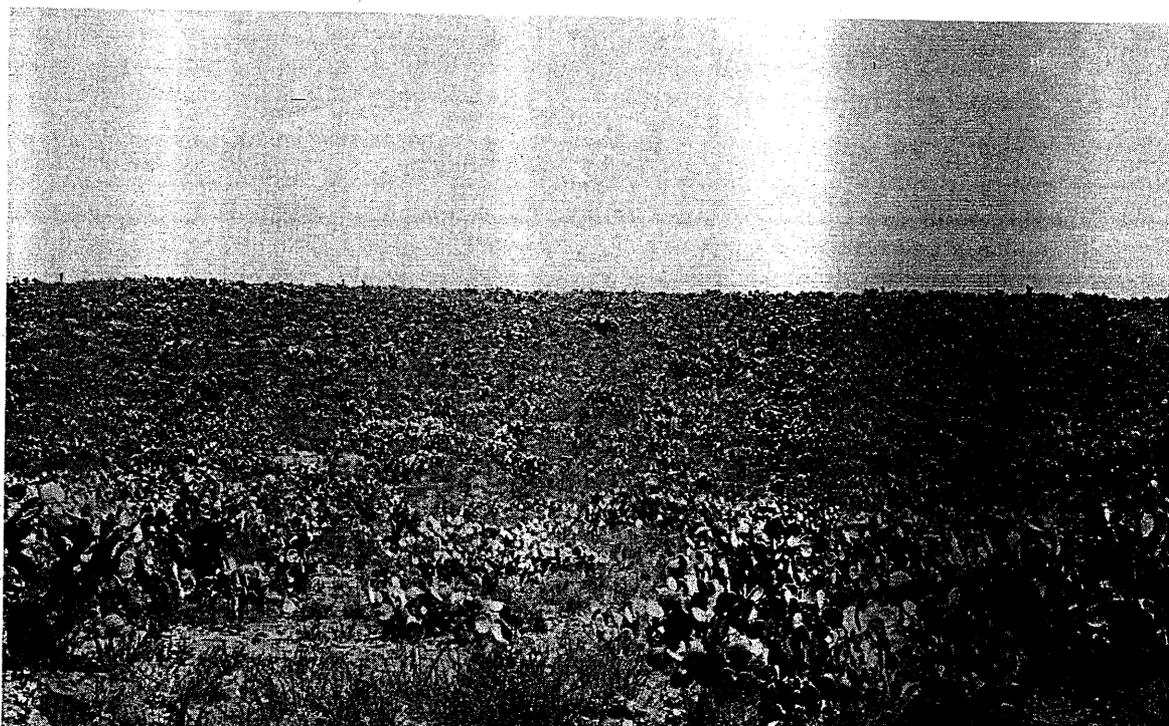
Zaluzania augusta

En esa zona se realiza una transición gradual de este tipo de vegetación hacia el matorral submontano. La transición con el matorral desértico micrófilo está definida casi siempre por factores topográficos y se presenta sobre los abanicos aluviales. Las transiciones con el matorral desértico calcícola y con el piñonar son raras. El límite más difícil de trazar es el que separa el matorral crasicaule del zacatal, pues ahí



Fig. 22. Matorral crasicaule, con Opuntia streptacantha y Myrtillocactus geometrizans, cerca de Villa Hidalgo.

Fig. 23. Matorral crasicaule, con Opuntia streptacantha y O. leucotricha, al NW de Ahualulco.



la perturbación parece haber modificado notablemente las condiciones primitivas. En muchos sitios no es fácil distinguir una nopalera primaria de una secundaria y este problema amerita un estudio a fondo, dado el interés científico y económico implícito.

i) Zacatal

El nombre se aplica a las comunidades vegetales en que el papel principal corresponde a las plantas herbáceas de tipo gramíniforme. Se le considera equivalente al término inglés "grassland". La denominación "zacatal", de origen local, parece ser particularmente adecuada, pues la palabra "zacate", como ninguna otra en el idioma castellano, se refiere en forma precisa al tipo biológico de una gramínea.

En San Luis Potosí este tipo de vegetación cubre alrededor del 10% de la superficie del Estado, habiendo áreas relativamente importantes en el extremo sur-oeste y en la región de Charcas. Desde el punto de vista de sus exigencias ecológicas, en el área estudiada pueden distinguirse diversos tipos de zacatales, a mencionar:

- 1º "climáticos", cuya existencia está determinada principalmente por el clima, aunque no debe excluirse la importancia del factor suelo;
- 2º edáficos, cuya existencia está determinada principalmente por el factor suelo, en especial los propios de áreas inundables, los de suelos salinos y alcalinos, y los de suelos yesosos; frecuentemente en forma de manchones aislados en medio de los matorrales de clima árido, aunque no exclusivos de ese medio;
- 3º secundarios, cuya existencia se debe a la destrucción de la vegetación primitiva, distinta al zacatal; ocasiona-

les en medio de los bosques y de los matorrales;
4º artificiales, logrados a base de especies introducidas, sembradas después de la destrucción de la vegetación primitiva; frecuentes en la parte caliente del Estado; por su naturaleza quedan fuera del alcance del presente estudio.

Los zacatales de las categorías mencionadas presentan también notables diferencias florísticas entre sí, pero tienen en común la característica fisonómica peculiar debida a la preponderancia de la forma biológica graminoide. Aunque pueden incluir arbustos e inclusive arbolitos aislados, casi todos los zacatales impresionan por su homogeneidad en forma y en color, así como por su estructura horizontal sencilla, y cuando dominan el terreno le prestan un aspecto de monotonía y de desolación; es el paisaje de llanuras y de cerros "pelones".

Los zacatales "climáticos" son los más extendidos en el Estado y las áreas señaladas en el mapa como cubiertas por el tipo de vegetación que se describe, se refieren en gran parte a esta categoría. Se les considera clímax, porque en muchas localidades ocupan todas o casi todas las situaciones topográficas (fondos de valles, laderas, cañones, etc.) (fig. 24) y porque las condiciones climáticas, ligeramente menos áridas que las propias de los matorrales, coinciden con las señaladas para este tipo de vegetación en el norte de México. Por otra parte, en muchos otros sitios la misma clase de zacatal alterna en forma de mosaico con diferentes tipos de vegetación, como el encinar arbustivo, el piñonar, el matorral crasicaule, etc. Estas situaciones son tan frecuentes, que difícilmente podrían considerarse como transición y llevan a la conclusión de que la influencia del factor topográfico-edáfico es a menudo tan importante como la del clima. Condiciones esencialmente análogas se han encontrado en Coahuila (Muller, 1947: 46-48), en Du

rango (Gentry, 1957), en Zacatecas (Rzedowski, 1957b: 73) y en otras partes.

El zacatal, cuando determinado climáticamente, existe en San Luis Potosí a altitudes entre 1800 y 3000 m; en lugares más bajos es substituido por la vegetación de tipo arbustivo, pues parece que en condiciones térmicas menos severas no puede competir con éxito con los matorrales y los bosques, a menos que intervengan algunos factores extremos de suelo o de disturbio.

Las temperaturas medias anuales correspondientes son de ± 12 a $\pm 18^{\circ}\text{C}$. Las heladas ocurren todos los años; a más de 2500 m de altitud pueden ser muy intensas y prolongadas. La precipitación es del orden de 350 a 700 mm en promedio anual, con 6 o 7 meses deficientes en humedad. Las fórmulas climáticas son: BSkwg y Cwbg.

Las características de los suelos varían notablemente en función de la topografía y de la roca madre. Sobre laderas riolíticas son muy someros, de color grisáceo-rojizo claro, de textura arenosa, carentes de carbonato de calcio, y ácidos (pH 4 - 6). Sobre laderas calizas y basálticas son también delgados, de color gris a negruzco, de textura arenosa a arcilloso-arenosa, ligeramente alcalinos (pH 7 - 8), con mayor proporción de materia orgánica (3 - 10%) y de calcio. En terrenos aluviales los suelos son más profundos, pero con frecuencia presentan un horizonte de induración, calichoso o ferruginoso. La textura, el color, la reacción y otras características varían dentro de límites amplios y dependen en gran parte de la naturaleza del material que ha dado origen a los depósitos aluviales subyacentes. En muchos sitios los suelos de los zacatales han sido intensamente erosionados.

La agricultura y la ganadería han ejercido mucha influencia en la extensión, la estructura y la composición del zacatal. La primera se practica principalmente en amplias superfi-

cies de la densamente poblada Llanura de Arriaga, situada en el extremo SW del Estado, donde suele cultivarse maíz de temporal. El rendimiento obtenido es bajo, los terrenos se abandonan periódicamente, dando lugar a comunidades secundarias. Debido a la falta de manejo adecuado la mayor parte de los zacatales sufre de sobrepastoreo, que se manifiesta de diferentes maneras, pero esencialmente a través de la disminución de gramíneas perennes, aumento de anuales, hierbas de hoja ancha y de subarbutos. El uso del fuego contrarresta en parte algunos de estos efectos, además de extender este tipo de vegetación a zonas primitivamente ocupadas por matorrales y bosques.

Los zacatales de clima semi-árido, cuando carecen de agua edáfica adicional, presentan durante la mayor parte del año y a veces durante varios años sucesivos la coloración amarillenta o amarillento-parduzca de las hojas secas de las gramíneas. Sólo como respuesta a una oportuna temporada de lluvias y por un lapso breve cambia el color a verde, y antes de volver a su tinte ordinario pueden pasar por un período en que se ven salpicados de amarillo intenso, propio de las abundantes flores de algunas especies de la familia de las Compuestas.

Las siguientes plantas leñosas conviven con relativa frecuencia con los zacates, bien como componentes normales (primera columna), situación que existe con frecuencia en los sitios de transición, o bien como secundarios (segunda columna), debido principalmente al sobrepastoreo:

Acacia tortuosa

Agave filifera

Agave lecheguilla

Brahea decumbens

Ceanothus spp.

Dasyilirion spp.

Eupatorium calophyllum

Adolphia infesta

Agave asperrima

Agave atrovirens

Aplopappus venetus

Asclepias linaria

Baccharis ramulosa

Berberis trifoliolata

Gardoquia micromerioidesJuniperus spp.Larrea divaricataNolina WatsoniiParthenium argentatumPithecolobium leptophyllumQuercus spp.Pinus spp.Salvia chamaedryoides isochromaSalvia lasianthaStevia stenophyllaYucca spp.Zinnia pumilaBrickellia spinulosaBrickellia veronicaefoliaBuddleia scordioidesCalliandra eriophyllaChrysactinia mexicanaDalea tuberculataDodonaea viscosaEupatorium petiolareEupatorium scorodonioidesGymnosperma glutinosumKarwinskia mollisMimosa aculeaticarpaMimosa biunciferaOpuntia spp.Sophora secundifloraStillingia zelayensis

Su presencia puede ser en forma de individuos aislados y frecuentemente también en forma de manchones o colonias que son el resultado de la reproducción vegetativa.

Las especies dominantes de gramíneas, la composición florística, la cobertura y otros rasgos de los zacatales cambian de un lugar a otro. En los terrenos aluviales suelen prevalecer las especies del género Bouteloua, especialmente B. scorpioides y B. gracilis; las comunidades más frecuentes son las de B. scorpioides, aunque es posible que la abundancia de esa planta se debe al sobrepastoreo. La cobertura de estos zacatales alcanza valores de 30 al 80%; su altura entre 20 y 50 cm.

Los suelos someros de las laderas riolíticas sostienen un zacatal ralo, que muchas veces no cubre sino el 20% o menos superficie, aunque los zacates dominantes suelen ser bastante altos (40 - 80 cm). Entre ellos se encuentran de preferencia Aristida divaricata, A. Schiedeana, Andropogon hirtiflorus feensis, Bou-

teloua curtispindula, B. gracilis, B. hirsuta, B. radicata, Heteropogon contortus, Muhlenbergia repens, M. rigida, Stipa eminens. Cuando fuertemente perturbados, se convierten en comunidades más bajas en que abunda Aristida divaricata, Enneapogon Desvauxii, Lycurus phleoides, y muchos subarbustos.

Sobre laderas calizas la cobertura también es ordinariamente baja (10 - 30%) y las especies frecuentes suelen ser Bouteloua curtispindula, B. gracilis, B. scorpioides, Leptochloa dubia, Muhlenbergia rigida, Stipa eminens, Tridens grandiflorus (fig. 25). En sitios sobrepastoreados el zacatal se vuelve más bajo, también abundan plantas lenosas así como Aristida adscensionis, Lycurus phleoides, Setaria geniculata, Tridens pulchellus.

A altitudes superiores de 2500 m Stipa ichu y Stipa sp. pueden llegar a ser dominantes, con una carpeta inferior de Muhlenbergia repens.

Numerosas especies herbáceas heliófitas forman parte de los zacatales, aunque no en todos los años resulta muy evidente su presencia. Entre las más frecuentemente encontradas pueden mencionarse:

Aegopogon cenchroides

Agave guttata

Ageratum corymbosum

Allium scaposum

Andropogon saccharoides

Arenaria decussata

Bidens spp.

Bulbostylis capillaris

Calochortus barbatus

Carex spp.

Chaetopappa bellioides

Cosmos spp.

Crusea sp.

Cuphea aequipetala

Cyperus spectabilis

Dichondra argentea

Dyssodia chrysanthemoides

Euphorbia spp.

Evolvulus spp.

Gaillardia mexicana

Gomphrena decumbens

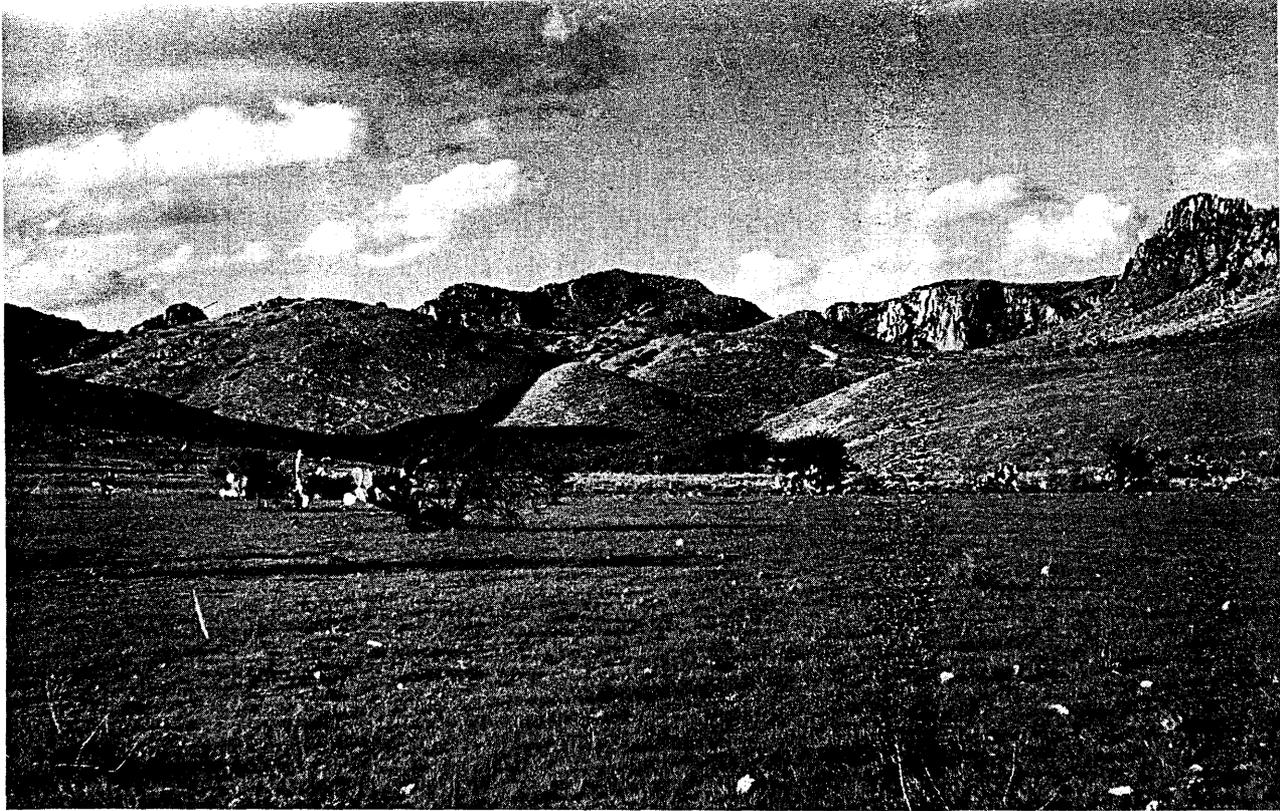
Helianthemum glomeratum

Helianthemum patens

Heterosperma pinnatum

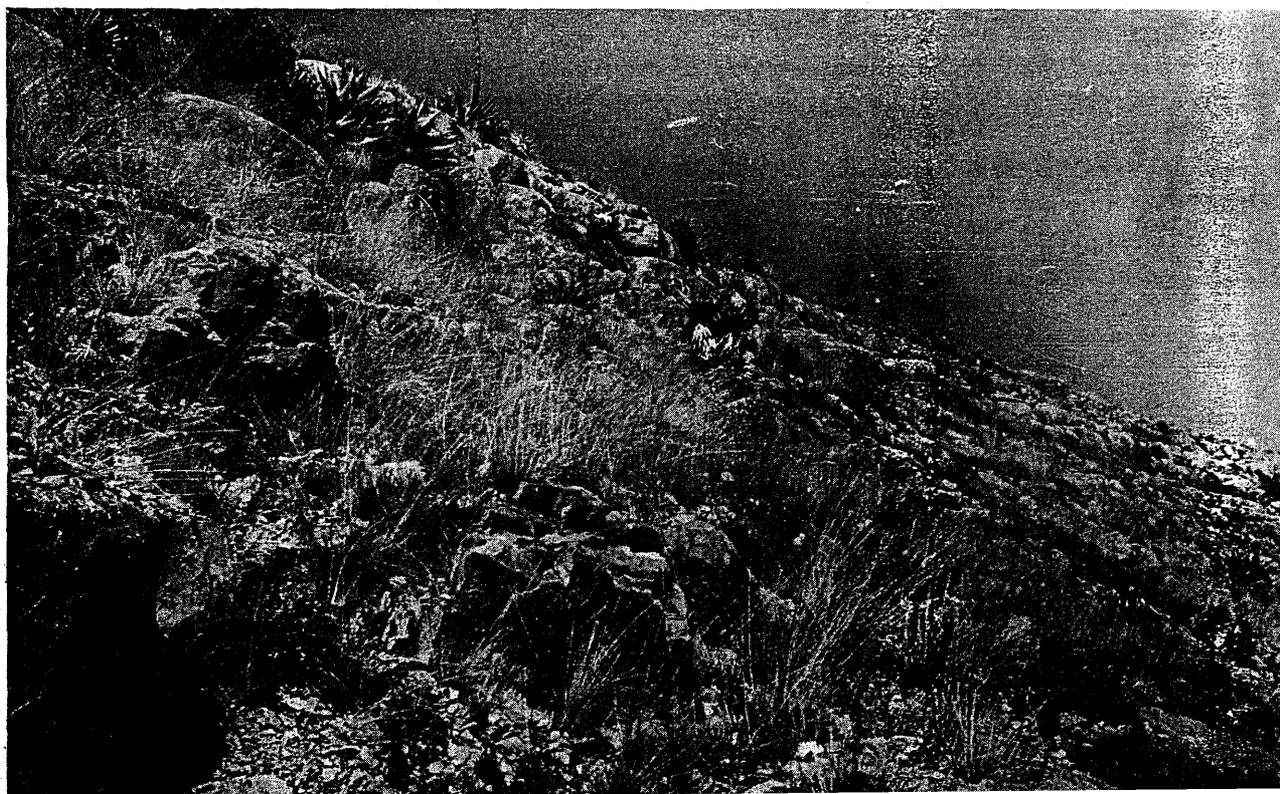
Ipomoea muricata

Ipomoea stans



24. Zacatal de Bouteloua eriopoda y B. gracilis, cerca de Villa de
Maga. Destacan individuos aislados de Acacia tortuosa y Opuntia strep-
antha. En el fondo pueden observarse manchones de encinar arbustivo de
Quercus potosina.

25. Zacatal de Bouteloua curtipendula, con Agave atrovirens y Yucca
erosana, al norte de Charcas.



Macrosiphonia hypoleucaMammillaria spp.Milla bifloraMuhlenbergia glaucaNemastylis tenuisNothoscordum bivalveOenothera spp.Pectis prostrataPhaseolus heterophyllusPinaropappus roseusPiqueria trinerviaPlantago sp.Salvia spp.Scirpus SchaffneriSclerocarpus uniserialisScutellaria potosinaSisyrinchium spp.Spermacoce verticillataStenocactus sp.Stevia spp.Tagetes micranthaTrachypogon MontufariTripsacum lanceolatumTurnera diffusaValeriana spp.Verbena spp.Zephyranthes spp.Zinnia spp.Zornia diphylla

muchas de las cuales son de hábito rastrero; las trepadoras, en cambio, son escasas en este tipo de vegetación.

La transición entre el zacatal y las comunidades leñosas pueden realizarse de manera muy diversa. Son de mencionarse como frecuentemente transicionales las consociaciones de Sporobolus Wrightii (en llanos y laderas) y de Scleropogon brevifolius, situadas marginalmente con respecto a las áreas del zacatal "clímax", en proximidad del matorral desértico, al cual pasan gradualmente. En otros sitios el paso es directo y no son raras las localidades en que Larrea o Yucca carnerosana viven en medio de un césped de Bouteloua.

Los zacatales, cuya existencia se debe indiscutiblemente a las condiciones edáficas, constituyen un rasgo característico de las partes bajas de los bolsones o antiguos lagos, típicos de las partes áridas del Altiplano. Son generalmente comunidades constituidas por pocas o muy pocas especies adaptadas a estos medios. En el caso de terrenos inundables, mal drena-

dos, o simplemente de suelo que permanece húmedo por períodos prolongados, pero sin acumulación excesiva de sales solubles o de yeso, suele predominar un zacatal cerrado de Buchloe dactyloides o de Sporobolus Wrightii, a veces con Bouteloua simplex, Muhlenbergia repens, Paspalum distichum, Panicum obtusum, Zaluzania globosa, Helenium spp., Phyla incisa o algunas otras.

Las agrupaciones propias de los suelos salinos, que casi siempre también son más o menos alcalinos, pueden presentarse en forma de zacatales de Sporobolus Wrightii o S. Nealleyi, cuando la concentración de sales no es elevada. Cuando ésta aumenta los substituyen Distichlis spicata, Eragrostis obtusiflora, Sporobolus argutus y especies de los géneros Atriplex, Suaeda, Sesuvium, así como otros halófitos. En algunos lugares de salinidad, alcalinidad y nivel freático elevados, cercanos a Tablas, en la Llanura de Rioverde, se encuentra una pradera alta de Spartina spartinae.

La flora de los suelos yesosos ha sido objeto de un estudio especial de Johnston (1941), quien encontró numerosos elementos endémicos restringidos a tal habitat. En cuanto a la vegetación, ésta se presenta comúnmente en San Luis Potosí en forma de un zacatal ralo, en el que la cobertura total no pasa de 30% y las gramíneas dominantes se desarrollan en colonias circulares con el centro vacío (fig. 26). Bouteloua Chasei y Muhlenbergia Purpusii son las especies preponderantes; en algunos sitios Dalea filiciformis y Flaveria oppositifolia llegan a ser frecuentes. En lugares perturbados abundan Flaveria anomala, Dicranocarpus parviflorus, Viguiera dentata.

Otro tipo de zacatales edáficos son los que se localizan sobre áreas mal drenadas en las montañas de clima semi-húmedo; se presentan en forma de claros naturales en medio del bosque. Cuando se trata de terrenos que se encharcan frecuentemen

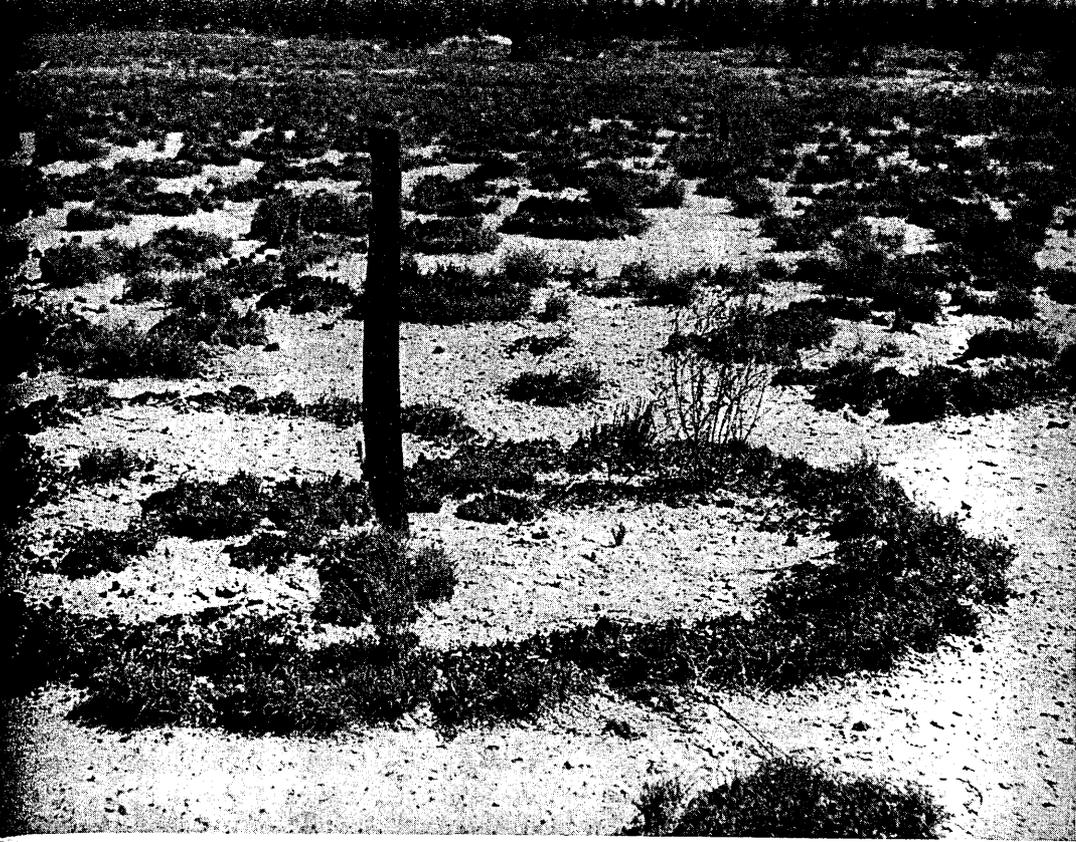
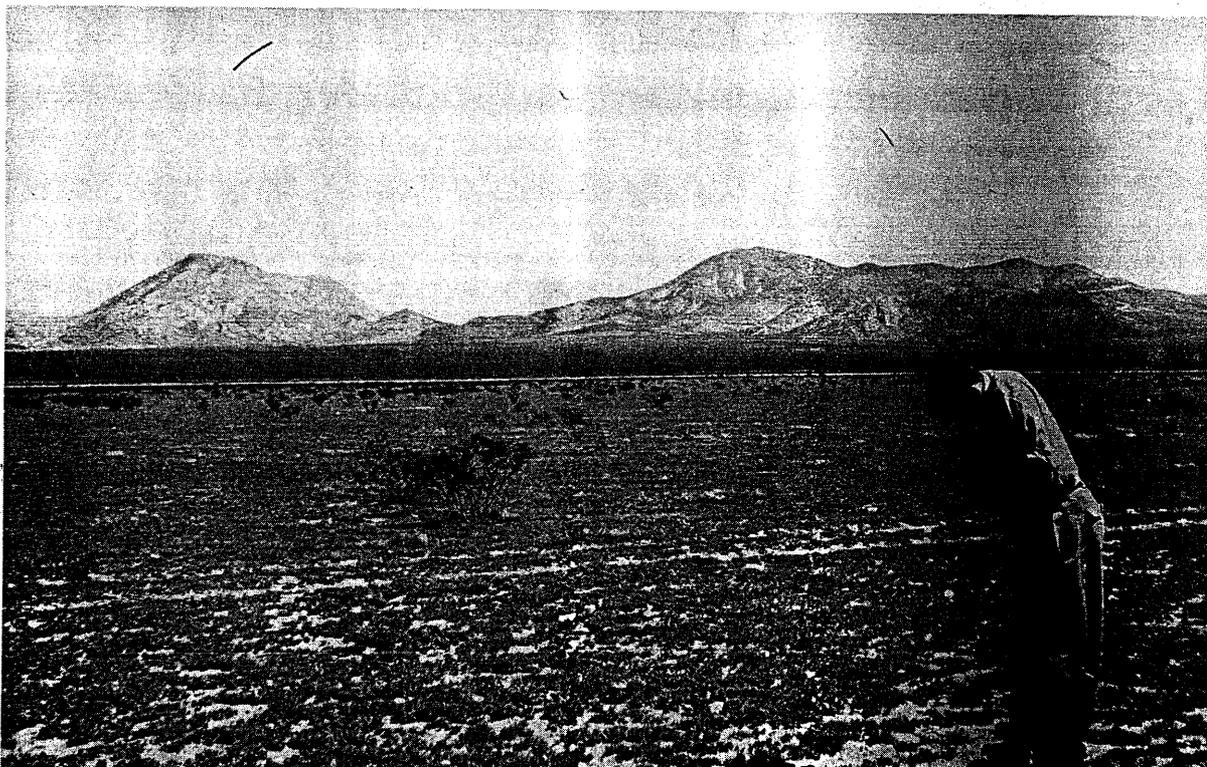


Fig. 26. Zacatal de Bouteloua Chasei, con Dalea filicifor-
lis, sobre suelo yesoso, cerca de Vallejo.

Fig. 27. Zacatal fuertemente pastoreado de Bouteloua graci-
lis, al SW de Salinas. En el fondo nótese la transición ha-
cia el matorral de Larrea.



te, dominan especies hidrófitas de los géneros Juncus, Cyperus, Scirpus, Heleocharis, etc. Cuando el suelo no es excesivamente húmedo, su vegetación es más o menos análoga a la de los claros secundarios, descritos más abajo.

Los zacatales secundarios, derivados de tipos vegetación de clima semi-árido, aunque indudablemente existen y quizás ocupen áreas considerables, no son fáciles de distinguir de las comunidades seriales derivadas de los zacatales "clímax", dado su aspecto y composición semejante. Un estudio más profundo y detallado podrá quizás dilucidar más este problema.

Son muy notables, en cambio, los zacatales secundarios derivados de comunidades de clima semi-húmedo, templado. Se trata de superficies boscosas taladas o de claros en medio del bosque mantenidos por el pastoreo o por el fuego o por ambos factores, y que en muchos sitios parecen ser relativamente estables, aunque no siempre logran controlar la intensa erosión del suelo. A diferencia de los propios de las zonas áridas o semi-áridas, estos zacatales tienen aspecto verde durante la mayor parte del año y además suelen ser mucho más densos, pues llegan a cubrir toda la superficie. A veces pasan de 1 m de altura. Las gramíneas dominantes son comúnmente Stipa mucronata, Panicum bulbosum, Hilaria cenchroides, Deschampsia Pringlei, además de Muhlenbergia spp., Bromus anomalus, Festuca tolucensis, Trisetum deyeuxioides, Bouteloua radicata, B. curtipendula, Stipa ichu, Paspalum spp., Briza rotundata, Eragrostis spp. El número de las especies herbáceas acompañantes es muy elevado y no es raro que en un sólo manchón las haya mucho más de 100.

Cuando se destruye el zacatal para convertir el terreno en un campo de cultivo, una vez abandonado éste, las comunidades secundarias incluyen una fase de hierbas anuales y generalmente uno o varios estadios de plantas perennes distintas a las gramíneas dominantes, pero que parecen ser componentes normales de la comunidad clímax. Los procesos de la sucesión en que vienen

involucrados los zacatales son muy complejos y requieren estudios experimentales para su cabal esclarecimiento.

j) Encinar arbustivo (chaparral)

Este tipo de vegetación, caracterizado por la predominancia de especies arbustivas del género Quercus, guarda una situación fisonómica y ecológica peculiar, por lo cual se justifica su reconocimiento como categoría separada. En trabajos anteriores (Rzedowski, 1955b, 1956); Rzedowski y Rzedowski, (1957a) se ha utilizado el término chaparral para denominar a este grupo de comunidades. Siguiendo a G.C. de Rzedowski (1957) se ha preferido substituirlo por "encinar arbustivo", debido a las siguientes razones:

- 1ª El término chaparral se utiliza en el lenguaje común en San Luis Potosí para distinguir tanto los encinares arbustivos, como también muchos otros tipos de matorrales;
- 2ª De los diferentes encinares arbustivos de San Luis Potosí, algunos guardan analogías significativas con el chaparral de California y con el descrito por Muller (1939, 1947) de Nuevo León y de Coahuila. Otros, en cambio, no presentan esta característica en forma acentuada;
- 3ª El término encinar arbustivo tiene la ventaja de ser más descriptivo y explicativo.

Los encinares arbustivos ocupan en el Estado de San Luis Potosí aproximadamente 3% de la superficie, y a semejanza del piñonar y de muchos tipos de zacatal, son característicos de un clima intermedio entre el francamente árido de los matorrales desérticos y el semi-húmedo de los encinares y de los pinares. Parecen requerir temperaturas relativamente bajas, pues se desarrollan casi siempre a altitudes superiores a 1500 m y casi ex-

clusivamente en la región del Altiplano. Su habitat más frecuente lo constituyen las laderas más o menos pendientes de cerros; sobre terrenos planos son ordinariamente substituidos por el zaca catal.

La precipitación característica se estima en 500 a 750 mm anuales, con 6 a 7 meses secos al año. Las temperaturas medias anuales varían entre 12 y 19°C; las heladas ocurren regularmente en todos los inviernos y en algunos sitios (sierras cercanas a Charcas y a Catorce) nieva a veces. Estos climas corresponden a las fórmulas Cwbg y BSkwg.

Los suelos son típicamente someros, pedregosos y bien drenados. Su color, textura y reacción dependen en gran parte de la roca madre, pues son castaños, arenosos y ácidos sobre riolita; negros o rojizos, más o menos arcillosos y con pH cercano a la neutralidad sobre las calizas, que son los dos substratos más frecuentes.

Los encinares arbustivos son poco usados por el hombre y por sus animales domésticos. Algunas especies se utilizan como combustible; en ciertas localidades cercanas a los zacatales pastoreados se originan frecuentes incendios. Los incendios no siempre logran exterminar los arbustos y en muchos casos parecen favorecerlos a la larga.

Este tipo de vegetación se caracteriza fisonómicamente por ser un matorral de 0.3 a 3 m de alto (generalmente de 1 a 2.5 m), casi siempre denso o muy denso. Las copas de las plantas del estrato dominante suelen tocarse y entrelazarse entre sí y constituyen a menudo una maraña difícilmente penetrable. Los en cinos que lo componen se reproducen vegetativamente a través de sus partes subterráneas. Las especies dominantes de Quercus son caducifolias, aunque en algunos casos sólo pierden la hoja por un lapso muy breve (1 a 3 semanas). Prevalecen en general los arbustos de hojas coriáceas, leptófilas a nanófilas en cuanto a su tamaño.

Se agrupan dentro del encinar arbustivo de San Luis Potosí varias comunidades florísticamente definidas. Se diferencian particularmente entre sí las que se desarrollan sobre el substrato ígneo de las características de suelo derivado de roca madre caliza. Debido a esta circunstancia se van a describir por separado los dos grupos.

En las zonas SW del Estado (municipios de Santa María del Río, Villa de Reyes, Zaragoza, San Luis Potosí, Villa de Arriaga, Mezquitic, Ahualulco, Moctezuma, Salinas, Venado y Charcas) se localizan encinares arbustivos de Q. potosina, propios del substrato riolítico, granítico o andesítico. Ocupan una extensión importante en las Sierras de San Miguelito y de Mezquitic (al SE, E y NE de la capital del Estado); en otros sitios existen sólo en forma de manchones de escasa superficie, por lo cual muchos de ellos no se representan en el mapa de vegetación adjunto. Se trata de matorrales de 1.5 a 3 m de alto. Son densos, y cuando bajos resultan prácticamente impenetrables; cuando altos dejan atravesarse por debajo de las copas. No son raras las masas de Q. potosina, sin ningún otro componente en el estrato superior. En ocasiones suelen entremezclarse algunas de las siguientes especies:

<u>Arbutus xalapensis</u>	<u>Quercus crassifolia</u>
<u>Arctostaphylos pungens</u>	<u>Quercus eduardii</u>
<u>Amelanchier denticulata</u>	<u>Rhus pachyrrhachis</u>
<u>Cercocarpus paucidentatus</u>	<u>Salvia regla</u>
<u>Garrya ovata</u>	<u>Yucca filifera</u>

Otros arbustos frecuentes, de talla más baja (0.5 - 1 m) son:

<u>Abelia coriacea</u>	<u>Arctostaphylos polifolia</u>
<u>Agave filifera</u>	<u>Ceanothus depressus</u>

Ceanothus GreggiiDalea tuberculataDasyilirion ParryanumEupatorium calaminthaefoliumEupatorium scorodonioidesPerymenium parvifoliumPithecolobium SchaffneriRhamnus microphyllaStevia lucidaStevia stenophyllaVernonia mucronataXolisma squamulosa

El estrato herbáceo está en general pobremente representado, debido a la espesura de los arbustos y, salvo los claros en el matorral, cubre un espacio muy reducido (menos del 5% de la superficie). Intervienen ahí los siguientes elementos más frecuentes:

Aegopogon cenchroidesAgeratum corymbosumBaccharis potosinaBahia SchaffneriBidens SchaffneriBouteloua gracilisBouteloua hirsutaBrachypodium mexicanumBrickellia PalmeriCarpochaete SchaffneriCastilleja tenuifloraCheilanthes myriophyllaCommelina erectaDahlia coccineaDalea glabrescensEcheandia macrocarpaEuphorbia spp.Gilia pinnataGnaphalium sp.Helianthemum patensHexalectris grandifloraIpomoea stansLennoa madreporoidesLesquerella purpureaLoeselia caeruleaLoeselia mexicanaMalaxis SouleiMuhlenbergia quadridentataMuhlenbergia rigidaMuhlenbergia robustaPenstemon barbatusPeperomia umbilicataPiptochaetium fimbriatumSalvia oresbiaSalvia unicostataSeymeria virgataTridax balbisioidesVerbesina Schaffneri

así como algunas especies de Mammillaria, Coryphantha y Stenocactus, que crecen entre las rocas. De las escasas enredaderas pueden mencionarse Clematis Pitcheri, Lonicera pilosa, Nissolia Wislizenii, Phaseolus sp.

Quercus microphylla se presenta con frecuencia en forma de individuos aislados en los límites entre el encinar arbustivo y el zacatal; a veces llega a constituir matorrales o bosquecillos abiertos.

Sobre el substrato calizo existe en muchas partes del Estado (municipios de Zaragoza, Soledad, Armadillo, San Nicolás Tolentino, Villa Hidalgo, Guadalcázar, Matehuala, Catorce, Charcas) el encinar arbustivo de Q. Tinkhamii. Este es ordinariamente un matorral un poco más bajo (0.6 - 2 m de alto) y muy denso (figs. 28 y 29). También se presenta a menudo en forma de masas puras de la mencionada especie; en otras ocasiones pueden localizarse, además, diferentes elementos arbustivos, como por ejemplo:

Agave asperrima

Agave atrovirens

Amelanchier denticulata

Arctostaphylos polifolia

Bauhinia Coulteri

Berberis gracilis

Brahea decumbens

Casimiroa Pringlei

Cercocarpus mojadensis

Citharexylum oleinum

Dodonaea viscosa

Eupatorium longifolium

Eupatorium scorodonioides

Forestiera phillyreoides

Fraxinus Greggii

Fraxinus potosina

Gochnatia hypoleuca

Persea sp.

Pithecolobium leptophyllum

Poliomintha marifolia

Psidium Ehrenbergii

Ptelea trifoliata

Quercus opaca

Rhamnus serrata

Rhus Andrieuxii

Rhus pachyrrhachis

Rhus trilobata

Salvia regla



Fig. 28. Encinar arbustivo en manchones, con Quercus Tinkhami, al NE de Zaragoza.

Fig. 29. Encinar arbustivo de Quercus Tinkhami, cerca de Guadalcazar.



Sophora secundiflora
Vauquelinia Karwinskii

Yucca potosina
Zexmenia lantanifolia

Al igual que en el caso anterior, el desarrollo de los estratos inferiores es casi siempre mediocre y sólo en algunos claros que no cubren los arbustos aparece una carpeta abundante de elementos herbáceos, por ejemplo:

Asta Schaffneri
Bouteloua curtipendula
Brachypodium mexicanum
Calochortus barbatus
Carex potosina
Carlowrightia potosina
Dahlia coccinea
Desmodium spp.
Echeandia macrocarpa
Euphorbia campestris
Galium uncinatum
Hedeoma Drummondii
Lantana involucrata
Linum Schiedeianum

Melampodium divaricatum
Muhlenbergia rigida
Nama dichotomum
Salvia villosa
Salvia puberula
Sclerocarpus uniserialis
Scutellaria potosina
Setaria geniculata
Spermacoce verticillata
Stevia spp.
Tridens grandiflorus
Valeriana albo-nervosa
Valeriana laciniosa

Las trepadoras incluyen:

Cardiospermum halicacabum
Clematis Pitcheri
Cynanchum sp.
Ipomoea spp.
Mandevilla Karwinskii
Maurandya Barclaiana

Nissolia platycarpa
Parthenocissus quinquefolius
Passiflora spp.
Phaseolus spp.
Smilax moranensis

El encinar arbustivo de Q. Pringlei ocupa algunas laderas calizas de la mitad boreal del Estado, por ejemplo en los municipios de Guadalcázar, Venado, Charcas, Villa de Guadalupe, Catorce, y quizás en algunos otros más, a altitudes superiores a 1800 m. Suele presentarse con forma de un matorral muy bajo (0.3 a 0.8 m), pero igualmente denso. No admite muchas plantas acompañantes; las anotadas fueron:

Amelanchier denticulata

Quercus cordifolia

Ceanothus Greggii

Rhus Andrieuxii

Nolina sp.

Salvia spp.

En forma semejante, en las sierras de los municipios de Charcas y de Catorce existen extensiones cubiertas por un matorral muy bajo (0.3 - 0.5 m) de Q. cordifolia. Además de su porte achaparrado los dos encinos (Q. Pringlei y Q. cordifolia) se caracterizan por sus hojas de tamaño reducido (menos de 2 cm de largo).

Otros encinares arbustivos, de mucho menor extensión, son: de Q. opaca, en la región de Guadalcázar y en ciertos parajes de la Sierra Madre Oriental; de Quercus sp., Arctostaphylos spp., Cercocarpus mojadensis, Ceanothus caeruleus, en las cumbres (2500 a 3000 m de altitud) de algunos cerros de la misma Sierra, en la región de Xilitla.

Los encinares arbustivos son por lo general muy resistentes a la acción del fuego y de otros agentes destructores, y fácilmente regeneran a partir de los sistemas radicales. Bajo fuerte presión ceden su lugar al zacatal, pero aparentemente pueden recuperarse de manera directa a partir de este último, cuando las condiciones son favorables.

Las especies indicadoras de disturbio en el encinar arbustivo son las siguientes:

Berberis trifoliolataBrickellia veronicaefoliaCasimiroa PringleiChrysactinia mexicanaCowania plicataCroton CortesianusDodonaea viscosaEysenhardtia polystachyaKarwinskia mollisMimosa aculeaticarpaPtelea trifoliataSebastiania PavonianaSophora secundiflorak) Piñonar

El bosque de Pinus cembroides se considera aquí como un tipo de vegetación aparte por presentar una fisonomía y una composición florística definida y por responder a condiciones ecológicas distintas a las que exigen las comunidades en que dominan otras especies del género Pinus.

Junto con el zacatal y con el encinar arbustivo el piñonar forma parte de los tipos de vegetación que guardan una situación ecológica intermedia entre los bosques de tipo mesófilo y los matorrales francamente xerófilos de clima templado. No se ha logrado dilucidar cuales son los factores ambientales favorables para la existencia del piñonar y cuales otros crean situaciones más propicias para el encinar arbustivo, pues los dos ocupan habitats similares. No hay que excluir la posibilidad de que, por lo menos en algunos casos, se trate de algún factor histórico, o sea ecológica antiguo, que determina en parte la distribución actual de ambos tipos de vegetación.

El bosque de P. cembroides ocupa aproximadamente 1% de la superficie del Estado de San Luis Potosí, localizándose en 3 áreas principales: en la zona de San José Albuquerque (municipios de Santa María del Río y de Zaragoza), en la Sierra de San Miguelito (municipios de San Luis Potosí, Villa de Arriaga y Villa de Reyes) y en la parte SW de la Sierra de Catorce (muni-

cipio de Catorce), además de varias áreas pequeñas en los municipios de Mezquitic, Ahualulco y Charcas, que no se señalan en el mapa de vegetación adjunto.

El clima del piñonar en San Luis Potosí se caracteriza por una precipitación anual estimada de \pm 400 a \pm 700 mm, con 6 a 7 meses de sequía. Las altitudes a las que se desarrolla en el Estado son de 2300 a 2800 m, las que corresponden a una temperatura media anual entre 13 y 16°C, aproximadamente. Las heladas ocurren durante varios (hasta 6) meses por año y en la parte norte del Estado nieva en algunos inviernos. Las fórmulas climáticas correspondientes son Cwbg y BSkwg.

Este tipo de vegetación se desarrolla sobre suelos someros y bien drenados de las laderas de los cerros y, como en el caso del encinar arbustivo, las características del suelo dependen fundamentalmente de la roca madre que le ha dado origen, siendo arenoso y ácido sobre el substrato volcánico.

Los piñonares de San Luis Potosí son escasamente explotados. Los árboles no alcanzan suficiente talla para que se les dé importancia como maderables y su contenido en resina tampoco es importante. En algunas partes se aprovecha el bosque para fines ganaderos; las semillas comestibles se colectan con cierta intensidad, pero las cosechas son muy irregulares. Probablemente el área del piñonar ha sido mayor en épocas antiguas, habiendo cedido algo de su extensión al zacatal, bajo la influencia de las actividades humanas.

Fisonómicamente se trata de un bosque bajo (3 a 8 m de altura) y más bien abierto, pues la cobertura es de unos 30 a 60% (figs. 30 y 31). La dominancia de Pinus cembroides es siempre completa y las masas puras son las más frecuentes. Las siguientes plantas pueden coexistir en el estrato arbóreo:

Arbutus xalapensis

Juniperus flaccida

Quercus eduardi

Quercus macrophylla

Quercus potosina

Yucca filifera



Fig. 30. Piñonar de Pinus cembroides, al N de San José Al-
buquerque.

Fig. 31. Piñonar de Pinus cembroides sobre calizas, al E de
Estación Wadley.



Los arbustos no son cuantitativamente importantes, pues generalmente no llegan a cubrir ni el 10% de la superficie. Pueden mencionarse las siguientes especies que en su mayoría son las mismas que se han mencionado para el encinar arbustivo:

<u>Agave atrovirens</u>	<u>Eysenhardtia polystachya</u>
<u>Amelanchier denticulata</u>	<u>Mimosa aculeaticarpa</u>
<u>Arbutus xalapensis</u>	<u>Nolina</u> sp.
<u>Arctostaphylos polifolia</u>	<u>Opuntia</u> spp.
<u>Arctostaphylos pungens</u>	<u>Pithecolobium Schaffneri</u>
<u>Baccharis ramiflora</u>	<u>Salvia chamaedryoides isochroma</u>
<u>Berberis gracilis</u>	<u>Salvia microphylla neurepia</u>
<u>Dalea tuberculata</u>	<u>Salvia regla</u>
<u>Dasyilirion Parryanum</u>	<u>Stevia lucida</u>
<u>Dodonaea viscosa</u>	<u>Xolisma squamulosa</u>
<u>Eupatorium calaminthaefolium</u>	

El estrato herbáceo se caracteriza por un desarrollo fenológico tardío; la mayor parte de las especies florece y fructifica en los últimos meses del año, muchas son resistentes a las heladas. Destacan:

<u>Aster gymnocephalus</u>	<u>Cyperus spectabilis</u>
<u>Baccharis potosina</u>	<u>Dichondra argentea</u>
<u>Bidens Schaffneri</u>	<u>Echeandia macrocarpa</u>
<u>Bouteloua hirsuta</u>	<u>Eryngium serratum</u>
<u>Brachypodium mexicanum</u>	<u>Euphorbia dentata</u>
<u>Bulbostylis capillaris</u>	<u>Gilia pinnata</u>
<u>Cacalia sinuata</u>	<u>Hexalectris grandiflora</u>
<u>Calea albida</u>	<u>Muhlenbergia quadridentata</u>
<u>Calea peduncularis</u>	<u>Muhlenbergia rigida</u>
<u>Castilleja glandulosa</u>	<u>Muhlenbergia robusta</u>
<u>Castilleja tenuiflora</u>	<u>Penstemon barbatus</u>

Peperomia umbilicataPerymenium parvifoliumPiptochaetium brevicalyxPiptochaetium fimbriatumPlantago sp.Salvia axillarisSedum spp.Seymeria virgataSilene laciniataStevia BerlandieriStevia serrataStevia stenophyllaValeriana sorbifolia

Las epifitas fanerogámicas incluyen Tillandsia recurvata y T. usneoides, y entre las trepadoras herbáceas más frecuentes pueden citarse Cologania sp. y Phaseolus sp.

El piñonar de la Sierra de Catorce (cercano a la Estación Wadley) es un poco distinto en su fisonomía y composición florística; se desarrolla sobre calizas. Es más abierto y los arbustos ocupan más espacio en él. Las especies frecuentes son:

Agave striataCeanothus GreggiiChoisya PalmeriChrysactinia mexicanaDasyilirion sp.Garrya ovataQuercus PringleiRhus AndrieuxiiSalvia GreggiiSalvia microphylla neurepiaYucca carnerosana

Este piñonar se pone en contacto directo con los matorrales desérticos, resultando una ecotonía notable en la que Larrea crece a la sombra de los pinos piñoneros.

Otras transiciones observadas son las del piñonar con el encinar y con el encinar arbustivo, que son de poca extensión y se caracterizan por una mezcla de elementos y dominancia parcial.

Como fenómeno notable cabe indicar que Pinus cembroides de los alrededores de San José Albuquerque tiene dos hojas por fascículo, mientras que en las demás localidades presenta tres.

No se han observado comunidades secundarias que con seguridad pudieran considerarse como derivadas del piñonar.

1) Encinar y pinar

Se conocen de México varios centenares de especies de Quercus, así como varias decenas de taxa del género Pinus, y la gran mayoría de ellos constituyen elementos dominantes en la vegetación. Los encinares y los pinares, por consiguiente, son de las asociaciones más características del territorio de la República, encontrándose de preferencia en las sierras en que prevalece un clima templado y semi-húmedo.

Es un hecho bien conocido que las especies mexicanas del género Pinus tienen en general exigencias y amplitudes ecológicas similares a las de los encinos; y los bosques de encino, los bosques de pino y los bosques mixtos ocupan aproximadamente las mismas zonas climáticas del país y forman mosaicos ecológicos difíciles de descifrar. Leopold (op. cit.) denomina a este grupo de formaciones "pine-oak forest", y un criterio semejante, aunque algo más restringido, se sigue en el presente trabajo.

Existen en México y en algunas zonas vecinas encinares y pinares propios de otros tipos de clima, por ejemplo los encinares arbustivos y los piñonares de zonas semi-áridas; los encinares y los pinares de las regiones cálidas (de Q. oleoides, de P. caribaea y de algunas otras especies), encinares (con o sin pino) que se califican dentro de la categoría del bosque templado deciduo. La extensión de estos encinares y pinares "azonales" en México es insignificante, en comparación con la de los característicos de clima templado y semi-húmedo, pero el hecho de su existencia no deja de ser importante, y debido a esta razón así como a la fuerte discrepancia fisonómica entre los representantes de los géneros Pinus y Quercus, el mantenimiento de este tipo de vegetación resultará probablemente insostenible

a la larga. Los intentos hasta ahora realizados de dividir el encinar-pinar en categorías menores bien definidas (Leopold, op. cit.; Muller, 1949, 1957; Miranda y Hernández, op. cit.) no parecen resolver el problema en forma integral, pues o bien son insuficientes, o bien tienen sólo un valor regional. En tales circunstancias y en espera de una solución racional se mantiene aquí el tradicional "encinar-pinar", característico de clima templado semi-húmedo, con exclusión de los encinares y pinares de otros climas, que, de encontrarse en la región estudiada, se discuten por separado.

Definido en esta forma el bosque de encino y pino ocupa en el Estado de San Luis Potosí aproximadamente el 6.5% del territorio, localizándose en:

- 1º las vertientes orientales de la Sierra Madre Oriental, por encima de la cota de 600 m sobre el nivel del mar;
- 2º las serranías del extremo sur del Estado, sobre altitudes generalmente superiores a 1300 m, entre los municipios de Santa Catarina y de Santa María del Río;
- 3º la Sierra de Alvarez y sus prolongaciones, al este de la capital del Estado, en altitudes superiores a 1600 m;
- 4º la porción SE de la Sierra de Catorce, situada en la parte septentrional del Estado;
- 5º algunas sierras o cerros aislados; se trata de extensiones pequeñas que generalmente no llegan a 1 km².

Desafortunadamente, en San Luis Potosí, no se encuentra ninguna estación meteorológica de registro aceptable, situada dentro de la zona del bosque de encino o pino. Los datos que se exponen a continuación pudieron calcularse a base de estaciones situadas en localidades cercanas, a base de extrapolaciones y a base de estaciones de otros Estados del centro y del oriente de México.

Las condiciones climáticas propicias para el desarrollo de este tipo de vegetación parecen caracterizarse por una precipitación entre 700 y 1800 mm anuales, con un máximo de 6 meses secos; no se pudo determinar el límite inferior, pero éste probablemente es de 2 o 3 meses. Las temperaturas medias anuales varían entre $+8$ y $+21^{\circ}\text{C}$; las heladas son poco frecuentes en los lugares más bajos (600 - 1000 m), pero ocurren con regularidad a altitudes superiores. Estos tipos de clima corresponden a las categorías Cwag y Cwbg.

El suelo es general y característicamente ácido, cubierto en condiciones naturales durante todo o casi todo el año por una gruesa capa de hojarasca y con un horizonte A_0 oscuro y rico en materia orgánica. Su profundidad y textura dependen de la topografía y de la roca madre.

En cuanto a la influencia humana cabe señalar que sólo en algunas localidades restringidas se han realizado explotaciones forestales de tipo comercial de pinares y encinares de San Luis Potosí. Este hecho se debe a la circunstancia de que los mencionados bosques, en su mayoría, no reúnen las características requeridas para una buena explotación, debido al tamaño demasiado pequeño de los árboles. En escala local se utilizan ampliamente el encino para la fabricación del carbón vegetal y el pino para fines de construcción. El uso más extenso de estos bosques es el relacionado con la ganadería. Ello implica incendios periódicos y algunas veces la destrucción completa del bosque para convertirlo en pastizal. Los encinares de la Sierra Madre Oriental son los más utilizados para los fines de la cría del ganado y en consecuencia los más perturbados.

En general, puede observarse en San Luis Potosí una fuerte predominancia cuantitativa de encinares sobre pinares. Tal característica parece estar correlacionada con la roca madre que es fundamentalmente de origen sedimentario marino (calizas, margas, lutitas). Esta situación contrasta con la de otras re-

giones de México, donde prevalecen rocas de origen ígneo y los pinares son más frecuentes que los encinares. En el mismo Estado de San Luis Potosí los pinares aparecen preferentemente sobre las riolitas, los granitos y los basaltos y sólo rara vez existen sobre las calizas.

Los encinares de San Luis Potosí, en su gran mayoría, están compuestos por especies del género Quercus caracterizadas por hoja dura y decidua de tipo xero-tropofítico. Casi todos estos árboles pierden su hoja en los meses de febrero a abril, por un lapso relativamente breve, que no pasa de 2 meses.

Dentro del conjunto "encinar-pinar" pueden distinguirse numerosas asociaciones vegetales que difieren entre sí tanto en su composición florística, como también en su fisonomía y ecología.

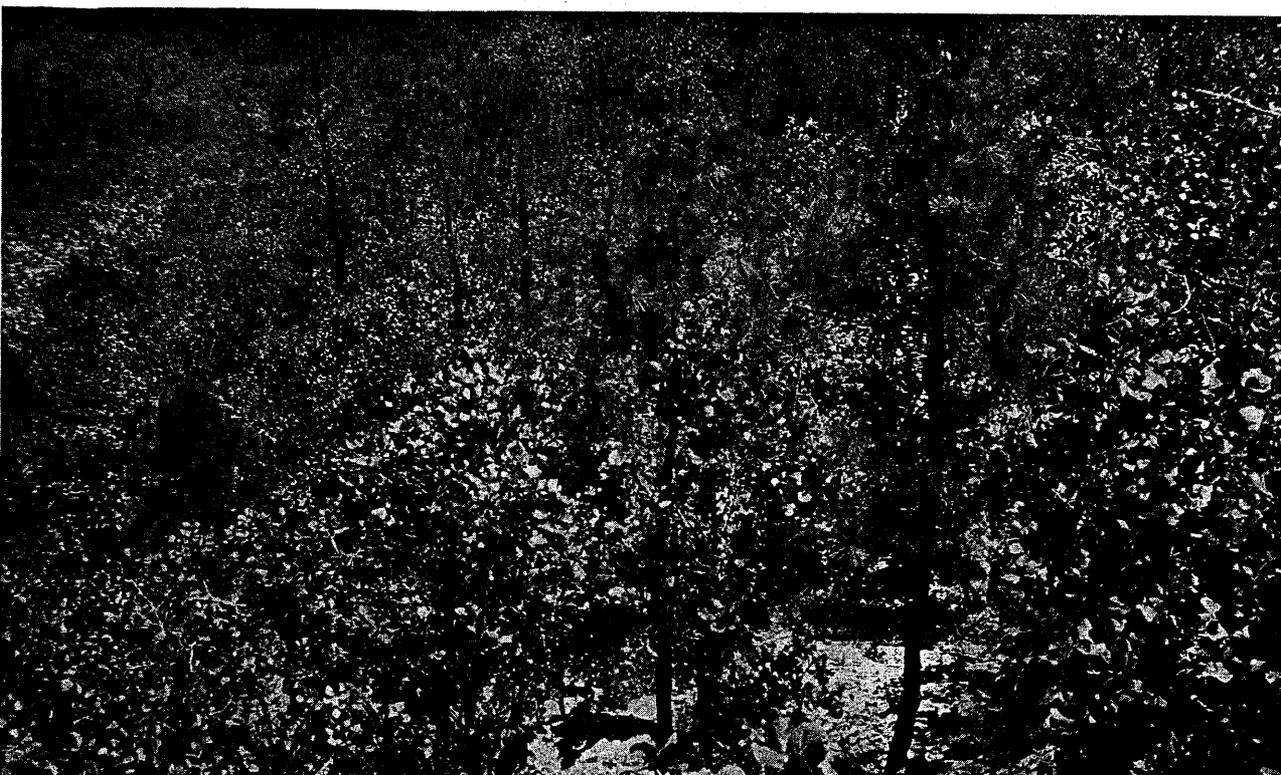
La zona continua más extensa es la correspondiente al encinar en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental. Se trata de un bosque de 10 a 25 m de alto, con árboles cuyo diámetro generalmente no pasa de 40 cm, que se desarrolla sobre suelo arcilloso rojo. El estrato arbóreo es denso y cubre 80 a 100% de la superficie (fig. 32).; las tres especies más abundantes son: Q. prinopsis, Q. polymorpha y Q. Sartorii, los dos últimos a altitudes inferiores de 1200 m, el primero a menudo a mayor elevación. En lugares protegidos, particularmente húmedos, puede presentarse también Q. germana, y a veces Liquidambar styraciflua en forma aislada. Otros encinos más o menos abundantes son: Q. xalapensis, Q. rysophylla, Q. castanea, Q. affinis.

En la región al W y NW de Xilitla, en un piso inmediatamente superior al bosque deciduo templado, existen a altitudes entre 1500 y 2500 m encinares de Q. rugulosa, Q. crassifolia, Q. perseaeifolia, Q. affinis, Q. obtusata, muchas veces con Pinus Greggii y en ocasiones con Pinus teocote, Cupressus sp. y Abies guatemalensis. En algunas localidades se observa el pino (P. Greggii) como dominante.



32. Encinar de Quercus polymorpha, cerca de Ciudad del Maíz

33. Bosque bajo de Quercus coccolobaefolia y Pinus teocote, al N de la Salitrera.



El extremo sur del Estado, en la zona entre Lagunillas y San José Albuquerque, siendo una zona de topografía accidentada, se caracteriza por un mosaico de vegetación, donde los terrenos más bajos (valles y cañones) están cubiertos por el matorral submontano, mientras que las porciones más elevadas ostentan bosques de encino y pino. Estos generalmente se localizan a altitudes superiores de 1300 m. Sobre las calizas dominan en forma exclusiva los encinos, especialmente: Q. polymorpha, Q. prinopsis, Q. Sarterii, Q. rugulosa, Q. furfuracea, Q. laeta, Q. affinis, formando encinares más o menos semejantes a los de la Sierra Madre. Sobre las riolitas son frecuentes Q. crassifolia, Q. coccolobaefolia, Q. obtusata, Q. castanea, Q. eduardi, así como Q. macrophylla y Q. microphylla en los sitios de transición hacia las regiones de clima más árido. Pinus teocote y P. arizonica son abundantes y a menudo llegan a dominar en las laderas de suelo somero. Con raras excepciones, sin embargo, se trata de bosques no muy exuberantes, siendo el diámetro de los troncos inferior a 50 cm, y sin formar un estrato arbóreo ininterrumpido.

Separando la Llanura de Rioverde del Valle de San Luis Potosí existe una zona de bosque de encino y pino, más o menos continua con la región anterior. Gran parte de esta área se conoce como la Sierra de Alvarez. Ahí los bosques ocupan exclusivamente las laderas de los cerros, a altitudes superiores a 1500 m. En substrato calizo, entre esa elevación y \pm 1900 m suele dominar Q. polymorpha, a veces con Q. furfuracea, constituyendo bosques de 8 a 15 m de alto. Más arriba prevalece Q. rugulosa, Q. diversifolia, Q. Hartwegii, en ocasiones con Q. castanea y Q. crassifolia, en forma de bosques más bajos (4 a 7 m), de densidad variable, cuyos árboles presentan troncos delgados y comúnmente con numerosos pies provenientes de un solo sistema radical.

En el substrato riolítico los encinares más característi-

cos son los de Q. crassifolia, siendo además frecuentes las siguientes especies: Q. coccolobaefolia, Q. castanea, Q. eduardi, Q. diversifolia, Q. viminea, Q. Hartwegii. Hacia los lugares más áridos abundan bosques bajos de Q. macrophylla y poblaciones espaciadas de Q. obtusata y de Q. microphylla. Pinus teocote y P. arizonica son abundantes y localmente forman masas puras. En la zona existen, además, P. flexilis y P. michoacana Quevedoi; este último forma bosques de más de 25 m de alto en ciertos sitios, mismos que han sido objeto de explotación maderera.

En la parte SE de la Sierra de Catorce existe en la actualidad un área relativamente reducida de bosques de encino bastante bien conservados. De acuerdo con los relatos de algunas personas, estos bosques se extendían en épocas pasadas a otras regiones de la misma sierra, donde fueron destruidos en los tiempos de grandes explotaciones mineras (comp. Beltrán, op. cit.: 124-127). Se trata de una comunidad arbórea de 5 a 10 m de alto, desarrollándose principalmente sobre laderas protegidas en substrato margoso. Los encinos son de tronco delgado, creciendo en forma muy densa, habitualmente están cubiertos de enormes cantidades de Tillandsia recurvata. La especie dominante es Q. rugulosa, siendo además abundantes Q. potosina, Q. eduardi y Q. omissa.

Hay encinares y pinares de extensión pequeña, que se localizan en diversas regiones del Estado, por ejemplo en algunos lugares de los municipios de Guadalcázar, Cerritos, Villa Juárez, Villa Hidalgo, Charcas. Se trata principalmente de cerros aislados o cumbres de los mismos, o de cañones o laderas protegidas. La mayor parte de estos bosques no se señala en el mapa de la vegetación que acompaña el presente trabajo. Su composición florística suele ser más o menos semejante a la de los pinares y encinares de mayor extensión más cercanos.

Otros árboles que en ocasiones se encuentran presentes en

los encinares y pinares, son:

Arbutus xalapensis

Buddleia cordata

Carya ovata var. mexicana

Cercis canadensis

Juniperus flaccida

Lonchocarpus sp.

Ostrya virginiana

Persea americana

Alnus spp.

Juglans mollis

Meliosma alba

Platanus glabrata

Prunus serotina virens

Salix Bonplandiana

Salix chilensis

Los de la segunda columna son propios de las orillas de los arroyos y de los ríos.

En cuanto a Juniperus flaccida, esta especie suele ser más abundante en los sitios de transición hacia tipos de vegetación característicos de clima más árido y a veces llega a ser dominante en las mencionadas localidades, formando bosquecillos abiertos de unos 4 a 6 m de alto.

La estructura y la composición florística de los estratos arbustivo y herbáceo de los encinares y pinares varían de un lugar a otro, tanto en función de la densidad y de la naturaleza del estrato superior, como también de la altitud, del substrato geológico y de la utilización de la vegetación.

A altitudes inferiores de 1500 m es mucho más importante la participación de los elementos de afinidades neotropicales. Ahí destacan entre los arbustos:

Baccharis sordescens

Bassevia mexicana

Bauhinia Coulteri

Brachistus Pringlei

Brahea dulcis

Brickellia scoparia

Calea urticaefolia

Ceratozamia mexicana

Dalea submontana

Decatropis bicolor

Desmodium Robinsenii

Dioon edule

Erythrina herbacea
Eupatorium daleoides
Eupatorium ligustrinum
Eupatorium spinaciaefolium
Eupatorium subpenninervium
Lasiacis spp.
Lippia myriocephala
Litsea glaucescens
Peltostigma pteleoides
Persea sp.
Phyllanthus adenodiscus
Pithecolobium leptophyllum
Psychotria papantlensis
Rhus Andrieuxii

Rhus trilobata
Salvia connivens
Senecio Aschenbornianus
Ungnadia speciosa
Verbesina persicifolia
Vernonia Alamani
Vernonia capraefolia
Vernonia liatroides
Vernonia obtusa
Vernonia Sinclairi
Zanthoxylum sp.
Zexmenia lantanifolia
Zexmenia scandens

Los elementos herbáceos más característicos de estos encinares son:

Andropogon sp.
Aneilema Karwinskyana
Arisaema dracontium
Begonia sp.
Bouteloua curtispindula
Cacalia peltata
Carex spp.
Chaptalia nutans
Clematis Pitcheri
Cyperus spp.
Desmodium spp.
Echeandia macrocarpa
Elephantopus mollis
Eupatorium pycnocephalum
Galium uncinulatum
Gerardia peduncularis

Hybanthus oppositifolius
Hypoxis decumbens
Loxothysanus pedunculatus
Oplismenus hirtellus
Oxalis spp.
Panicum sp.
Pilea microphylla
Pitcairnia Karwinskiana
Pteridium aquilinum
Sanicula liberta
Sclerocarpus uniserialis
Scutellaria pseudo-coerulea
Selenicereus spinulosus
Sibthorpia pichinchensis
Thalictrum sp.

Entre las siguientes trepadoras las de la primera columna alcanzan una considerable altura subiendo los troncos de los árboles:

<u>Parthenocissus quinquefolius</u>	<u>Dioscorea militaris</u>
<u>Rhus toxicodendron</u>	<u>Ipomoea</u> spp.
<u>Smilax bona-nox</u>	<u>Passiflora biflora</u>
<u>Vitis cinerea</u>	<u>Passiflora Conzattiana</u>
	<u>Phaseolus speciosus</u>

La biomasa de las epifitas es relativamente abundante y se compone principalmente de las Bromeliáceas y de las Orquídeas. Las más frecuentes son:

<u>Epidendrum</u> spp.	<u>Tillandsia Benthiana</u>
<u>Homatopetalum pumilio</u>	<u>Tillandsia juncea</u>
<u>Notylia Barkeri</u>	<u>Tillandsia lucida</u>
<u>Oncidium ascendens</u>	<u>Tillandsia Schiedeana</u>
<u>Stanhopea</u> sp.	<u>Tillandsia usneoides</u>

Las siguientes especies leñosas son las componentes más características de los matorrales secundarios derivados de este tipo de encinares; cuando presentes en el bosque son casi siempre indicadores de disturbio acentuado:

<u>Acacia farnesiana</u>	<u>Eysenhardtia polystachya</u>
<u>Acacia pennatula</u>	<u>Malvaviscus arboreus</u>
<u>Brahea dulcis</u>	<u>Mimosa aculeaticarpa</u>
<u>Brongniartia</u> sp.	<u>Nectandra Loeseneri</u>
<u>Calliandra portoricensis</u>	<u>Rubus</u> spp.
<u>Cestrum</u> sp.	<u>Sabal mexicana</u>
<u>Dodonaea viscosa</u>	<u>Xylosma flexuosum</u>
<u>Eupatorium odoratum</u>	

A altitudes inferiores de 1000 m aparecen, además, numerosos arbustos y arbolitos secundarios, típicos de los bosques tropicales, como por ejemplo: Cnidoscolus multilobus, Croton draco, Harpalyce arborescens, Randia rhagocarpa, Tabernaemontana alba, Triumfetta semitriloba, etc.

En los encinares y pinares a mayor altitud (más de 1300 m) la composición florística incluye más elementos de afinidad boreal y en general muchas plantas características de las altas montañas. En el estrato arbustivo pueden encontrarse:

<u>Agave atrovirens</u>	<u>Eupatorium scorodonioides</u>
<u>Agave Celsii</u>	<u>Garrya laurifolia</u>
<u>Amelanchier denticulata</u>	<u>Litsea Schaffneri</u>
<u>Arbutus glandulosa</u>	<u>Nolina</u> sp.
<u>Archibaccharis mucronata</u>	<u>Persea</u> sp.
<u>Arctostaphylos pungens</u>	<u>Quercus repanda</u>
<u>Berberis gracilis</u>	<u>Rhamnus microphylla</u>
<u>Ceanothus caeruleus</u>	<u>Rhamnus serrata</u>
<u>Cercocarpus mojadensis</u>	<u>Rhus Andrieuxii</u>
<u>Cornus disciflora</u>	<u>Rhus pachyrrhachis</u>
<u>Crataegus Parryana</u>	<u>Rhus trilobata</u>
<u>Crataegus Rosei</u>	<u>Ribes neglectum</u>
<u>Dalea lutea</u>	<u>Salvia lasiantha</u>
<u>Desmodium orbiculare</u>	<u>Senecio Aschenbornianus</u>
<u>Eupatorium calaminthaefolium</u>	<u>Stevia lucida</u>
<u>Eupatorium glabratum</u>	<u>Ternstroemia sylvatica</u>
<u>Eupatorium havanense</u>	<u>Vaccinium confertum</u>
<u>Eupatorium hyssopinum</u>	<u>Xolisma squamulosa</u>
<u>Eupatorium ligustrinum</u>	

El desarrollo del estrato arbustivo y particularmente del herbáceo dependen en medida especial de la cobertura del estra

to arbóreo. En algunos encinares el suelo está casi desnudo, pues la intensa sombra crea condiciones incompatibles con la vida de la mayor parte de las plantas superiores. En muchos pinares y encinares un efecto semejante parece deberse a ciertas características del suelo o tal vez a la gruesa capa de hojarasca sin descomponerse. En los pinares, sin embargo, aunque el número de individuos herbáceos es escaso, la cantidad de especies representadas puede ser apreciable. El estrato herbáceo alcanza su mejor desarrollo en los bosques abiertos así como en los claros de los bosques. Intervienen en él multitud de especies, de las cuales las más frecuentemente observadas fueron:

Aegopogon cenchroides

Ageratum corymbosum

Alchemilla spp.

Andropogon perforatus

Arenaria decussata

Bouteloua hirsuta

Brachypodium mexicanum

Briza rotundata

Bromus anomalus

Bulbostylis capillaris

Cacalia spp.

Calea peduncularis

Calochortus barbatus

Carex spp.

Castilleja spp.

Commelina spp.

Cosmos spp.

Cuphea spp.

Cyperus spp.

Dahlia spp.

Dalea spp.

Deschampsia Pringlei

Echeandia macrocarpa

Erigeron spp.

Eryngium spp.

Euphorbia spp.

Galium spp.

Gentiana spathacea

Geranium spp.

Gnaphalium spp.

Habenaria spp.

Halenia brevicornis

Helianthemum spp.

Hieracium spp.

Houstonia rigidiuscula

Hypericum spp.

Lamourouxia spp.

Linum Schiedeanum

Lithospermum calycosum

Malaxis spp.

Mammillaria spp.

Muhlenbergia spp.

<u>Oxalis</u> spp.	<u>Sedum</u> spp.
<u>Panicum bulbosum</u>	<u>Senecio alvarezensis</u>
<u>Penstemon</u> spp.	<u>Seymeria virgata</u>
<u>Peperomia</u> spp.	<u>Silene laciniata</u>
<u>Pinguicula caudata</u>	<u>Sisyrinchium</u> spp.
<u>Piptochaetium fimbriatum</u>	<u>Spiranthes</u> spp.
<u>Pitcairnia Karwinskiana</u>	<u>Stevia</u> spp.
<u>Plantago</u> sp.	<u>Stipa</u> spp.
<u>Pöliominta marifolia</u>	<u>Tagetes</u> spp.
<u>Polygala alba</u>	<u>Thalictrum</u> sp.
<u>Polymnia maculata</u>	<u>Tradescantia</u> sp.
<u>Ranunculus petiolaris</u>	<u>Trifolium amabile</u>
<u>Salvia</u> spp.	<u>Trisetum deyeuxioides</u>
<u>Schoenocaulon</u> sp.	<u>Valeriana sorbifolia</u>
<u>Scopulophila Parryi</u>	<u>Viguiera excelsa</u>
<u>Scutellaria coerulea</u>	<u>Viola</u> spp.

Entre las abundantes trepadoras pueden mencionarse:

<u>Clematis dioica</u>	<u>Parthenocissus quinquefolius</u>
<u>Clematis Pitcheri</u>	<u>Passiflora</u> spp.
<u>Cologania</u> spp.	<u>Phaseolus</u> spp.
<u>Ipomoea</u> spp.	<u>Smilax moranensis</u>
<u>Lonicera pilosa</u>	<u>Vitis tiliaefolia</u>

Las epifitas son en su gran mayoría del grupo de las Criptógamas, aunque en ciertas localidades es abundante Tillandsia usneoides y en algunas Laelia sp.

Las comunidades secundarias derivadas de estos encinares y pinares presentan generalmente el aspecto de matorrales o de zacatales. En los primeros suelen destacar:

Arctostaphylos pungens
Baccharis heterophylla
Berberis gracilis
Brongniartia intermedia
Buddleia cordata
Ceanothus caeruleus
Cercocarpus mojadensis
Cestrum sp.
Crataegus spp.

Eupatorium petiolare
Eupatorium scorodonioides
Mimosa aculeaticarpa
Ptelea trifoliata
Rubus spp.
Senecio spp.
Solanum Cervantesii
Stillingia zelayensis

Los zacatales secundarios se describieron en el inciso i) de este capítulo (p. 171).

m) Bosque deciduo templado

El bosque deciduo templado, llamado por algunos "cloud forest" (Leopold, op. cit.; Martin, 1959) ocupa una superficie reducida ($\pm 1\%$) en San Luis Potosí, localizándose en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental, en los municipios de Tamazunchale, Xilitla y Aquismón, en altitudes entre 600 y 1500 m.

Se caracteriza por ser una comunidad de 35 o más m de alto, densa, con un ritmo estacional parecido al de los bosques deciduos de latitudes más elevadas y con presencia de numerosos elementos florísticos propios de esos bosques, siendo especialmente característico Liquidambar styraciflua.

Para su desarrollo este tipo de vegetación requiere un clima húmedo o muy húmedo durante todo el año, a la vez que una temperatura no demasiado elevada, con presencia de heladas. Tales condiciones se cumplen en la citada zona del Estado, donde se mantiene alta humedad atmosférica gracias a la presencia casi constante de neblinas.

Como ya se mencionó con anterioridad, Liquidambar se en-

cuentra a veces presente en San Luis Potosí en bosques que aquí se clasifican dentro de la categoría del encinar. Se trata de árboles aislados o de grupos de árboles que no forman bosques altos y densos, semejantes a los descritos en este inciso. No obstante, la presencia de Liquidambar en los encinares no deja de ser indicadora de condiciones de humedad favorables, no muy lejanas de las que requiere el propio bosque deciduo (compare también en Martin, 1958: 35).

Es preciso señalar asimismo que la abundancia de Liquidambar parece ser favorecida por las condiciones de disturbio y el árbol suele ser particularmente frecuente en los bosques secundarios derivados del bosque deciduo templado. No cabe ninguna duda, sin embargo, que la especie en cuestión existía también en el área y era abundante, antes de la intervención del hombre.

En cuanto a las condiciones climáticas, este tipo de vegetación exige un mínimo de 1500 mm de lluvia anual, relativamente bien distribuidos y acompañados de alta humedad atmosférica a lo largo del año. El número de meses secos probablemente no pasa de 2 por año. Las temperaturas medias anuales son inferiores a 21°C; el bosque no se extiende en San Luis Potosí más allá de 1500 m de altitud, pero el factor limitante no parece residir en la temperatura, sino más bien en la falta de humedad suficiente.

Tratándose de una zona eminentemente montañosa, kárstica, de laderas abruptas y excesivamente bien drenadas, el suelo es casi siempre somero, con frecuencia discontinuo, debido a las salientes de las rocas. Es de color rojizo oscuro, arcilloso-arenoso, ácido (pH 4 - 6) y rico en materia orgánica (6 a 8%).

Las características favorables del clima hacen que a pesar de la topografía accidentada del terreno, la zona esté ampliamente aprovechada para fines agrícolas y densamente habitada. Lo anterior trae como consecuencia una destrucción casi comple

ta de la vegetación primitiva, cuyos rasgos, en la mayor parte de los casos, tuvieron que deducirse por diferentes medios. La agricultura se concentra principalmente alrededor del maíz y del frijol, y a altitudes de menos de 1000 m son frecuentes las plantaciones de café. Como en el caso del bosque tropical siempre verde lo normal es que para la sombra de café se siembren árboles especiales (Inga sp., Melia azedarach), pero en ocasiones pueden observarse cafetales directamente bajo bosques de Quercus, Liquidambar, Chaetoptelea y otros.

En todas las localidades observadas en San Luis Potosí, en que el bosque deciduo templado presente características de una comunidad clímax, existen una o varias especies de encino, casi siempre dominantes. Quercus germana, Q. Sartorii y Q. perseaefolia son los más característicos. Además de los mencionados y de Liquidambar styraciflua los siguientes árboles de 15 m o más de alto pueden ser abundantes, por lo menos en algunas localidades:

Carya Palmeri

Chaetoptelea mexicana

Clethra Pringlei

Clethra quercifolia

Dalbergia sp.

Juglans hirsuta

Magnolia dealbata

Morus celtidifolia

Persea spp.

Platymiscium sp.

Robinsonella sp.

Tilia floridana

formando un estrato superior denso, que cubre 90 a 100% de la superficie y deja en la penumbra el suelo durante gran parte del año, pues la mayoría de sus componentes pierden la hoja por espacio de varias semanas, generalmente en diciembre, enero o febrero. Las hojas (o foliolos) de casi todos estos árboles son de tamaño correspondiente a las categorías de microfilia y mesofilia, son de textura delgada, muchas presentan un borde dentado, crenado o aserrado. Los troncos de los árboles

que se hallan bien desarrollados pasan de 1 m de diámetro.

Un estrato de árboles bajos y de arbustos (1 a 5 m) alcanza buen desarrollo (fig. 34), aunque en condiciones de ausencia de disturbio rara vez cubre más del 50%; incluye entre otras especies:

Ceratozamia mexicana

Chamaedorea sp.

Citharexylum ligustrinum

Cornus disciflora

Cornus excelsa

Daphnopsis mollis

Deppea sp.

Miconia sp.

Oreopanax xalapensis

Picramnia xalapensis

Piper spp.

Rhamnus capraefolia

Rondeletia spp.

Saurauia sp.

Senecio grandifolius

Las plantas herbáceas comprenden numerosas especies de helechos y:

Aneilema Karwinskyana

Arisaema dracontium

Begonia spp.

Chamaedorea Pringlei

Coccosypselum sp.

Galium uncinatum

Hydrocotyle mexicana

Lobelia tarsophora

Monotropa uniflora

Oldenlandia microtheca

Oplismenus hirtellus

Oxalis sp.

Peperomia spp.

Pilea microphylla

Sanicula liberta

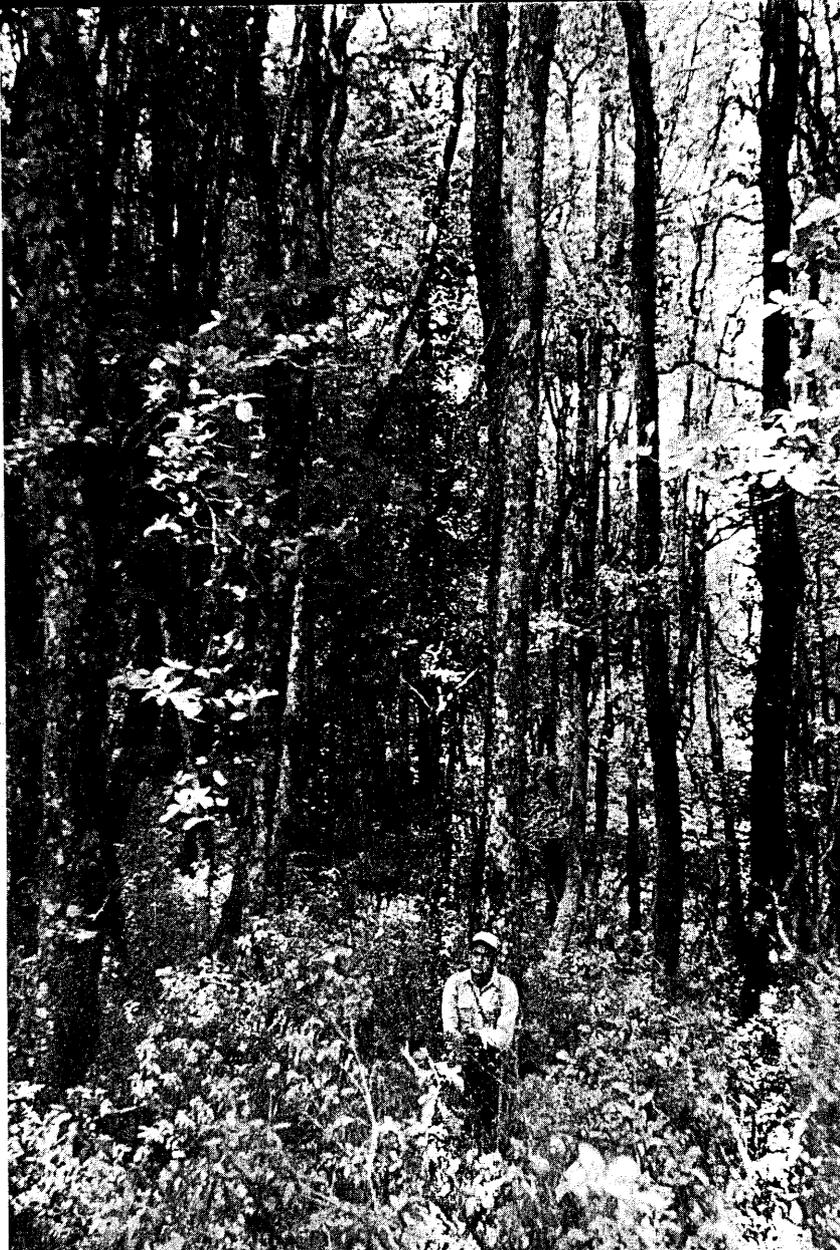
Tibouchina sp.

Tripogandra sp.

entre las más frecuentemente encontradas, pero en general el estrato herbáceo es muy poco conspicuo en los bosques bien conservados.

De las trepadoras se han observado Vitis spp., Parthenocissus quinquefolius, Smilax spp., Rhus toxicodendron, Selenice-

34. Bosque deciduo tem-
plado con Quercus germana,
Sartorii, Liquidambar sty-
flua, Magnolia dealbata,
Cerro de Tamazunchale.



35. Bosque deciduo tem-
plado con Quercus Sartorii,
germana, Liquidambar sty-
flua, Tilia floridana,
Cerro de Xilitla.



reus spinulosus, además de algunas Aráceas, cuya abundancia es significativa en las altitudes bajas; se trata de algunas de las especies que existen también en el bosque tropical perennifolio.

Las epifitas a veces son muy abundantes; destacan:

Anthurium aemulum

Rhipsalis cassutha

Dichaea glauca

Scaphyglotis pumila

Epidendrum Boothii

Tillandsia lucida

Isochilus linearis

Tillandsia Schiedeana

Los bosques y los matorrales secundarios, derivados de este tipo de vegetación son variados. A altitudes inferiores de 1000 m están compuestos principalmente por especies de tipo tropical, como por ejemplo:

Arthrostemma fragile

Heliocarpus spp.

Baccharis rhexioides

Lonchocarpus sp.

Bocconia arborea

Myriocarpa longipes

Cnidocolus multilobus

Phyllanthus glaucescens

Conostegia xalapensis

Phoebe spp.

Croton draco

Piper sanctum

Coupania dentata

Rapanea ferruginea

Dalbergia sp.

Sapindus saponaria

Dendropanax arboreus

Saurauia sp.

Eugenia spp.

Trema micrantha

Heliconia Schiedeana

Vernonia Aschenborniana

En los lugares más altos, donde las heladas ocurren con mayor regularidad e intensidad, se realiza una substitución casi total por:

Baccharis confertaCercis canadensisCestrum sp.Eupatorium spp.Myrica ceriferaPersea spp.Rubus spp.Sambucus mexicanaSambucus sp.Senecio AschenbornianusVernonia AlamaniZanthoxylum sp.

así como un gran número de elementos herbáceos, característicos en su mayoría de la flora de las altas montañas de México y de Centroamérica.

Ligado con la distribución del bosque decido templado se encuentra aparentemente otro tipo de bosque, representado en forma muy escasa en San Luis Potosí. Se halla a altitudes entre 700 y 1000 m, sólo en lugares de exposición norte y sobre laderas muy abruptas y particularmente bien protegidas. Probablemente no sufre los efectos de las heladas y tal vez sea comparable con la "selva baja perennifolia", descrita de Chiapas por Miranda (1952: 129-137). Es un bosque de 30 m o más de alto, denso en su estado primitivo, y caracterizado por la abundancia de las Lauráceas. Se han encontrado en él los siguientes árboles:

Beilschmiedia mexicanaEugenia sp.Inga sp.Morus celtidifoliaOreopanax xalapensisPersea ChamissonisPersea aff. floccosaPhoebe spp.Quercus germanaQuercus SartoriiRobinsonella sp.

Helechos arbóreos del género Cyathea crecen a lo largo de los arroyos.

X. ALGUNAS RELACIONES GEOGRAFICAS Y ECOLOGICAS DE LOS TIPOS DE VEGETACION

Ninguno de los tipos de vegetación existentes en San Luis Potosí es exclusivo de ese Estado y el área de muchos se extiende más allá de los límites de México y del continente. En los párrafos siguientes se insertan datos acerca de la distribución global conocida de los mismos, y sobre esta base se trata de evaluar algunas de sus relaciones ecológicas.

El bosque tropical perennifolio existe en una gran parte de América intertropical y ocupa asimismo grandes extensiones en el Antiguo Mundo. En México se le encuentra localizado en el este y el sur-este del país, particularmente en la vertiente del Golfo. En San Luis Potosí este bosque encuentra el límite norte de su distribución, en cuanto a Norteamérica continental (Rzedowski, en prensa) y por esta razón su expresión fisiológica y florística en el mencionado Estado difiere un poco de la de sus facies más características y exuberantes, como las que se describen de la Cuenca baja del Amazonas, del Congo o de la región Malaya (Richards, op. cit.). Florísticamente, el bosque clímax en la zona estudiada se distingue por la predominancia de una sola especie. Desde el punto de vista de sus exigencias ecológicas, en San Luis Potosí, el bosque tropical perennifolio, necesita para su desarrollo, además de un clima libre de heladas, un mínimo de 1800 mm de precipitación media anual (índice de eficiencia de la precipitación de Setzer mayor

de 360). Este límite parece ser un poco alto si se le compara con las citas de otras regiones de México (1200 mm en Chiapas, según Miranda, 1952: 55) y especialmente con la Península de Yucatán, donde (Miranda 1958: 226) en condiciones edáficas no muy distintas a las descritas en este trabajo existe un bosque tropical siempre verde en lugares con precipitación de cerca de 1100 mm en promedio anual (índice Setzer de ± 200). La diferencia resulta muy notable, pues en San Luis Potosí esta cantidad parece marcar la transición entre el bosque tropical decido y el bosque espinoso, y su explicación no es fácil de encontrar. Miranda (1958: 226) sugiere la distribución favorable de la precipitación en la Península como una de las posibles causas. A ella quizás cabría agregar las significativas discrepancias en el monto de la variabilidad de la lluvia en ambas áreas. Como lo demostró Wallén (op. cit.: 70), la Península de Yucatán se encuentra en una zona de anomalías negativas o cercanas a cero, mientras que el SE de San Luis Potosí se caracteriza por fuertes anomalías positivas en relación con los valores de la curva de Conrad, o sea que la variabilidad de la precipitación de año a año es hasta 2 o más veces mayor en la última región que en la primera. A la luz de esta circunstancia resulta más explicable el hecho de que el área del bosque tropical siempre verde en México no alcance el Trópico de Cáncer, a pesar de que las condiciones de temperatura probablemente lo permitirían (comp. en Rzedowski, en prensa).

El bosque tropical decido representa también un bioma extensamente distribuido en las regiones calientes del globo. En Asia recibe el nombre de "bosque monzónico", pues es característico del clima de monzones. En México ocupa una amplia franja continua a lo largo de la costa occidental, desde Sonora hasta Chiapas; de la vertiente del Golfo se conocen algunas áreas aisladas, una en la Península de Yucatán, otra en la Depresión Central de Chiapas; una pequeña en el centro de Vera-

cruz, y otra que abarca el extremo norte de Veracruz, parte de San Luis Potosí y el extremo sur-oeste de Tamaulipas, de situación marginal con respecto al bosque perennifolio. El bosque tropical deciduo de San Luis Potosí es de tipo bajo y cerrado, siendo caducifolios casi la totalidad de sus componentes arbóreos; la importancia de las gramíneas es insignificante, por lo cual no presenta tendencias hacia el tipo savanoide. En lo que toca a sus exigencias climáticas, se observa un fenómeno análogo al descrito más arriba, pues mientras la precipitación media anual en la zona correspondiente en San Luis Potosí es de 1000 a 1800 mm (índice de Setzer de 240 a 360), del lado del Pacífico existe este mismo tipo de bosques en áreas en que llueve solamente 700 mm (índice de Setzer = 150). Como en el caso anterior, las causas de esta situación deben buscarse tal vez en la variabilidad de la precipitación, tan acentuada en el NE de México, pero quizás interviene aquí también el factor edáfico, pues el substrato margoso parece ser desfavorable y probablemente a él se debe la ausencia del bosque tropical deciduo en ciertas áreas de San Luis Potosí. En su lugar aparece el

Bosque espinoso. Bajo esta denominación se ha incluido aparentemente en la literatura numerosas comunidades de fisonomía algo distinta (Gentry, 1942: 27; Polunin, 1960: 442) y su definición y delimitación exacta requerirá por lo tanto estudios comparativos detallados ulteriores. En México se ha descrito con este nombre una serie de agrupaciones vegetales propias del clima caliente e intermedias, en cuanto a sus exigencias hídricas, entre el bosque tropical deciduo y los matorrales de sérticos (Gentry, loc. cit.; Leopold, op. cit.: 509; Shreve, 1937; Smith y Johnston, op. cit.: 15). Todos tienen en común el ser bosques bajos, con árboles de hoja (o foliolo) pequeña y decidua, en cuya composición intervienen muchas plantas espinosas. Su distribución incluye varias pequeñas áreas aisladas

en el sur y en el sur-este del país, así como dos vastas regiones situadas prácticamente al norte del Trópico de Cáncer, que abarcan gran parte de las Planicies Costeras del nor-oeste y del nor-este de México. De esta última participa una pequeña superficie del Estado de San Luis Potosí, en donde la precipitación media anual es del orden de 900 a 1200 mm, misma que en otros lugares de la República es suficiente para el desarrollo de tipos de vegetación más mesófilos que el bosque espinoso (Brichambaut, 1958: 140). Cabe señalar, sin embargo, que el bosque espinoso en la zona estudiada es relativamente exuberante y participa de ciertas características estructurales y de elementos florísticos del bosque tropical deciduo. El bosque espinoso de San Luis Potosí es una comunidad cerrada y el desarrollo del estrato herbáceo es insignificante. Según Pichi-Sermolli (1955a: 22) los análogos del Antiguo Mundo son en su mayoría de naturaleza abierta y con abundantes especies herbáceas.

Matorral submontano es el nombre provisional aplicado a un grupo de comunidades arbustivas altas, de hoja predominantemente decidua, y cuyas exigencias hídricas parecen ser análogas a las del bosque espinoso y a las del encinar arbustivo (índice de Setzer = 120 a 240), mientras que las térmicas resultan intermedias entre las propias de los dos últimos tipos de vegetación. Existe exclusivamente sobre suelos someros de las laderas de los cerros; su área de distribución conocida se extiende a lo largo de la Sierra Madre Oriental, desde Coahuila y Nuevo León hasta Querétaro y quizás Hidalgo. En el occidente de México, en Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas y Nayarit, y probablemente también en Guanajuato, Sinaloa y Durango, parecen encontrarse comunidades similares en condiciones climáticas y edáficas análogas. Indudablemente existen formaciones de fisonomía y ecología semejante al matorral submontano en otras partes del mundo. De acuerdo con la nomenclatura adoptada para la vegetación del Africa tropical (Trochain, 1957) le correspondería la

categoría de "fourré" o "thicket".

El mezquital extradesértico o bosque de mezquite, debe referirse tal vez a la categoría del bosque espinoso. Existe en casi toda la República y en algunas zonas adyacentes, siempre en relación con suelos profundos y preferentemente en condiciones de clima semi-árido, caliente o templado. En los climas áridos existe cuando hay agua freática disponible. En Sudamérica los "algarrobales", o bosques de diferentes especies de Prosopis están muy difundidos en las zonas semi-áridas y áridas de Argentina y de Chile (Cabrera, 1955); su fisonomía y ecología es análoga en muchos casos al mezquital. En San Luis Potosí su distribución geográfica está primordialmente ligada con la del matorral submontano, aunque la amplitud ecológica del mezquital extradesértico es evidentemente más extensa que la del mencionado tipo de vegetación.

El matorral desértico micrófilo es característico de grandes extensiones de clima árido en Norteamérica. En Sudamérica su equivalente descrito bajo el nombre de "estepa de jarilla" constituye la comunidad vegetal más característica de la provincia fitogeográfica del Monte en Argentina (Morello, op. cit.). En el Antiguo Mundo tiene sus análogos en las formaciones que allá se han llamado "estepa arbustiva" ("shrub-steppe", "steppe buissonante", "Buschsteppe"), y para las cuales Pich-Sermolli (1955a: 31) ha propuesto el nombre de "subdesert scrub". En México ocupa amplias zonas en Baja California y en Sonora; es el más típico de la región llamada "Desierto Chihuahuense", que abarca desde Nuevo México y Texas hasta Guanajuato. Más al sur reaparece en forma de áreas aisladas en Querétaro, Hidalgo y Puebla. En San Luis Potosí no parece haber localidades demasiado calientes, frías o secas para la existencia del matorral micrófilo, y el principal factor limitante de su distribución geográfica es el exceso de humedad, estimándose el valor crítico en una precipitación entre 350 y 500 mm al año.

(índice de Setzer = 120).

El área del matorral desértico rosetófilo parece estar restringida al Desierto Chihuahuense y a algunas de las zonas áridas del Centro de México (Hidalgo, Puebla), aunque es posible que existan comunidades fisonómicamente similares en las partes secas de la zona andina (Cabrera, op. cit.). Está ligado en su distribución a las rocas sedimentarias marinas ricas en carbonato de calcio, que existen en el mencionado Desierto desde el SW de Texas hasta San Luis Potosí, excluyendo solamente su extremo occidental, que comprende algunas zonas francamente ígneas de Chihuahua, Durango y Zacatecas. En el área del Valle del Mezquital (Hidalgo) se presenta en forma muy semejante a la observada más al norte. Cerca de Tehuacán (Puebla) el matorral rosetófilo se encuentra en forma algo modificada y faltan muchos de los elementos característicos.

El matorral crasicale, en la acepción que recibe en el presente estudio, se distribuye en forma de una faja marginal, que bordea por el SW el área del Desierto Chihuahuense, desde Durango hasta Hidalgo. En otros lugares de la República, particularmente en Sonora, en las zonas semi-áridas calientes de Puebla, de Oaxaca, de la Cuenca del Balsas, etc. existen bosquecillos con predominancia de grandes suculentas, pero su fisonomía y su significado ecológico son algo diferentes. En Sudamérica parecen existir, igualmente, asociaciones de grandes Cactáceas en situación marginal con respecto a los matorrales micrófilos (Cabrera, op. cit.; Morello, op. cit.), y otras en correspondencia con enclaves aislados de clima árido caliente (Cuatrecasas, 1958: 255-256; Cabrera, op. cit.). En el Antiguo Mundo los matorrales con Euphorbia y algunas otras plantas cactiformes parecen desarrollarse en condiciones ecológicas análogas (Pichi-Sermolli, 1955b; Dyer, 1955; Walter, 1939). Es un hecho bien conocido que las comunidades de suculentas nunca se observan en localidades de aridez acentuada, donde son substituidas por otros

tipos de vegetación.

El zacatal, o la formación vegetal dominada por las gramíneas ("grassland" de los autores de habla inglesa), es un tipo de vegetación ampliamente difundido en el mundo, y especialmente característico de los climas templados semi-áridos. La gran faja de zacatales, situada en el centro de Norteamérica, penetra a México en forma de una cuña, que se inserta entre los bosques (encinares y pinares) de la Sierra Madre Occidental y los matorrales del Desierto Chihuahuense. El área continua de los zacatales, claramente manifiesta en Chihuahua, Durango y NW de Zacatecas, comienza a perder su individualidad en el sur del último Estado. A partir de allí, hacia el sur y el este el mencionado tipo de vegetación sólo aparece en forma de manchones aislados. Los zacatales de San Luis Potosí son de afinidades ecológicas diversas, pero con excepción de algunos claramente secundarios, se localizan en lugares con un clima semi-árido o árido, y en general participan de las características que se describen para estas categorías de graminetum, tales como el crecimiento en forma de macollas más o menos espaciadas, la predominancia de zacates xerófilos y bajos, etc.

El encinar arbustivo es una formación que se encuentra con relativa frecuencia en las montañas de México, donde prevalece en condiciones de clima templado y semi-árido. De algunas zonas de California, Arizona y Baja California se conocen extensas asociaciones de encinos arbustivos siempre verdes ("chaparral"), cuya presencia se liga con el clima de lluvias en invierno (Weaver y Clements, 1938: 530-532). En la Cuenca del Mediterráneo, donde domina un clima semejante, también existen comunidades vegetales parecidas, pero frecuentemente de tipo secundario, llamadas "garriga" (Rübel, op. cit.: 103-105). Aun que de fisonomía algo semejante, los encinares arbustivos de México (excluyendo los de Baja California), en su mayoría no son perennifolios, ni gozan de un clima de tipo mediterráneo.

El piñonar tiene en México una distribución y afinidades ecológicas análogas a las del encinar arbustivo. Su extremo sur parece localizarse en el Estado de Puebla. Existe también en el SW de los Estados Unidos, aunque más frecuentemente en forma de comunidades mixtas con Juniperus o Quercus, donde se le suele incluir en la formación conocida con el nombre de "woodland" (Weaver y Clements, op. cit.: 529-531). Los piñonares de San Luis Potosí se caracterizan prácticamente en su totalidad por la predominancia de una sólo especie: Pinus cembroides.

Tanto el pinar como el encinar, son bosques de vasta distribución en el Hemisferio Boreal, especialmente en los climas semi-húmedos y húmedos, templados y fríos. Su distribución y algunas de sus variantes ecológicas en México se discutieron al fundamentar el reconocimiento de este tipo de vegetación (pp. 183-184) colectivo, cuya delimitación exacta y subdivisión requerirán estudios detallados ulteriores. Las comunidades que se incluyen aquí, difieren fisonómicamente entre sí lo suficiente para homologar unas con la categoría de "woodland" y otras con la de "forest" de la nomenclatura inglesa. Todas tienen en común el habitar los lugares menos áridos que los propios de los conjuntos "zacatal - encinar arbustivo - piñonar" y "matorral submontano - mezquital extradesértico", así como menos calientes que los poblados por el bosque tropical perennifolio y el bosque tropical deciduo, pero a la vez menos húmedos que los cubiertos por el

Bosque deciduo templado. Bajo este nombre se incluyen las comunidades vegetales fisonómica y florísticamente algo semejantes a las características del bosque deciduo de las latitudes medias, particularmente a los que existen en el SE de los Estados Unidos. En México su distribución incluye, principalmente, un estrecho y discontinuo cinturón a lo largo de la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental, así como dos

frangas en las montañas de Chiapas (Miranda y Sharp, op. cit.), que se prolongan hacia Guatemala. Entre el manchón más boreal del bosque deciduo, que se ha descrito de la región de Gómez Farías, en el SW de Tamaulipas (Sharp et al., 1950; Martin, 1958, 34-36) y el extremo SE de San Luis Potosí, donde se vuelve a encontrar el mismo tipo de vegetación, se localiza un aparente hiatus de 150 km de longitud.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, N., Suelos, in "Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento". Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, II: 175-212. 1959.
- Alvarez del Villar, J., Nota preliminar sobre la ictiofauna del Estado de San Luis Potosí. Acta Cient. Potos. 3: 71-88. 1959.
- Altamirano, F., Apuntes de una excursión científico-recreativa. Gac. Med. Méx. 32: 313-323. 1895.
- Arellano, A.R.V., Barrilaco pedocal, a stratigraphic marker, ca. 5000 B.C. and its climatic significance, in "Déserts actuels et anciens". Congr. Géol. Intern. 19^e Session, Alger, 1952, Sect. VII, fasc. 7: 53-76. 1953.
- Axelrod, D.I., Evolution of desert vegetation in western North America. Carn. Inst. Wash. Publ. No. 590. Washington, D.C., 1950, pp. 215-306.
- Bagnouls, F. & H. Gaussen, Les climats biologiques et leur classification. Ann. Géogr. 66 (355): 193-220. 1957.

- Baker, C.L., General geology of the Catorce mining district.
Trans. Amer. Inst. Min. Eng. 66: 42-48. 1922.
- Baldwin, M., C.E. Kellogg & J. Thorp, Soil classification, in
"Soils and men", Yearbook of Agriculture 1938, U.S. Dept.
Agric., pp. 979-1001.
- Beard, J.S., Climax vegetation in tropical America. Ecol. 25:
127-158. 1944.
- Beltrán, E., El virrey Revillagigedo y los bosques de San
Luis Potosí. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 17: 121-131. 1957.
- Berlandier, L. y R. Chovel, Diario de viage de la Comisión de
Límites. Tipografía de J.R. Navarro. México, D.F., 1850.
299 pp.
- Berry, E.W., An Eocene flora from Trans-Pecos, Texas. U.S.
Geol. Surv. Prof. Paper 125a. 10 pp. 1919.
- Berry, E.W., Miocene plants from southern Mexico. Proc. U.S.
Nat. Mus. 62: 1-27. 1923.
- Bodenlos, A.J., Itinerario de la ruta Tamazunchale, S.L.P -
Zimapán, Hgo., in "Excursiones A-14 y C-6", Congreso Geó-
lógico Internacional, XXª sesión, México, D.F., 1956a, pp.
119-152.
- Bodenlos, A.J., Notas sobre la geología de la Sierra Madre en
la sección Zimapán - Tamazunchale, in "Excursiones A-14 y
C-6", Congreso Geológico Internacional, XXª sesión, Méxi-
co, D.F., 1956b, pp. 293-309.

- Bonet, F., Cuevas de la Sierra Madre Oriental en la región de Xilitla. Bol. Inst. Geol. Méx. 57: 1-96. 1953.
- Bonet, F., Itinerario de la ruta Ciudad Victoria, Tamps. - Taninul, S.L.P., in "Excursiones A-14 y C-6", Congr. Geol. Intern., XXª sesión, México, D.F., 1956a, pp. 69-92.
- Bonet, F., Itinerario de la ruta Taninul, S.L.P. - Tamazunchale, S.L.P., *ibid.*, 1956b, pp. 93-117.
- Böse, E., De San Luis Potosí a Tampico. No. XXX. Guide des excursions. Xº Congr. Géol. Intern. México, 1906.
- Brambila, M. y R. Ortiz Monasterio, Carta de suelos de la República Mexicana, in "Tamayo, J.L., Atlas geográfico general de México". México, D.F., 1949.
- Braun-Blanquet, J., Pflanzensozologie. Springer-Verlag. Wien, 1951. 2ª edic. 631 pp.
- Bravo H., H., Una jira por la zona de la "lechuguilla". Cact. Suc. Mex. 5: 27-33. 1960.
- Brichambaut, G.P. de, Estudio preliminar de las formas de clima en las zonas cálidas y de sus relaciones con la vegetación. Bol. Soc. Bot. Méx. 23: 132-145. 1958.
- Burckhardt, C., Etude synthétique sur le Mésosofique mexicain. Mém. Soc. Paléont. Suisse 49-50. 1930.
- Cabrera, A.L., Latin America, in "Arid zone research, Plant ecology, Reviews of research". UNESCO. Paris, 1955, pp. 77-113.

Cain, S.A., Life forms and phytoclimates. Bot. Rev. 16: 1-32.
1950.

Cain, S.A., Fundamentos de fitogeografía. Acme Agency. Buenos Aires, 1951. 659 pp.

Cain, S.A., G.M. de Oliveira Castro, J. Murca Pires & N.T. da Silva, Applications of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest. Amer. Journ. Bot. 43: 911-941.
1956.

Clements, F.E., Plants succession and indicators. The E.W. Wilson Co. New York, 1928. 453 pp.

Conrad, V., The variability of precipitation. U.S. Mo. Weath. Rev. 69: 5-11. 1941.

Contreras Arias, A., Mapa de las provincias climatológicas de la República Mexicana. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología, Instituto Geográfico. México, D.F., 1942.

Cuatrecasas, J., Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fis. Nat. 10: 221-268. 1958.

Chaney, R.W., The succession and distribution of Cenozoic floras around the northern Pacific basin, in "Essays in geobotany in honor of W.A. Setchell". Univ. Calif. Press, 1936, pp. 55-87.

Dalquest, W.W., Mammals of the Mexican state of San Luis Potosí. Louisiana State Univ. Stud., Biol. Sci. Ser. No. 1, 229 pp. 1953.

- Dansereau, P., Le régime climatique régional de la végétation et les controles édaphiques. Rev. Canad. Biol. 15: 1-71. 1956.
- Dansereau, P. & A. Gille, Ecologie des principaux types de pâturages des environs de Granby. Bull. Serv. Biogéogr. (Montréal) 4: 1-56. 1949.
- Davis, H.B., Life and work of Cyrus Guernsey Pringle. University of Vermont. Burlington, 1936, 756 pp.
- De la O Carreño, A., Las provincias geohidrológicas de México. Bol. Inst. Geol. Méx. 56: 1-137. 1951.
- De Martonne, E., Traité de géographie physique. Librairie A. Colin. Paris, 1940. 6^e edic. vol. II. 496 pp.
- Diemont, W.H., Zur Soziologie und Synoekologie der Buchen- und Buchenmischwälder der nordwestdeutschen Mittelgebirge. Mitt. flor. soz. Arbeitsg. Niedersachsen 4, 1938 (citado por Braun-Blanquet, J., 1951).
- ✓ Dressler, R.L., Some floristic relationships between Mexico and the United States. Rhodora 56: 81-96. 1954.
- Duchaufour, P., Pédologie. Ecole Nationale des Eaux et Forêts. Nancy, 1956. 310 pp.
- Dyer, R.A., Angola, South-west Africa, Bechuanaland and the Union of South Africa, in "Arid zone research, Plant ecology, Reviews of research". UNESCO. Paris, 1955, pp. 195-218.

- Ellenberg, H., Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde.
Verlag E. Ulmer. Stuttgart, 1956, 136 pp.
- Emberger, L., Une classification biogéographique des climats.
Rec. Trav. Lab. Géol. Zool. Bot. Fac. Sci. Univ. Montpe-
llier, Sér. Botan. No. 7: 3-43. 1955.
- Finlay, G.I., Geology of the San Pedro district, San Luis Po-
tosi, México. School Mines Quart. 25: 60-69. 1903.
- Fries, Jr., C. y E. Schmitter, Los placeres de estaño de la
región de Guadalcázar, Estado de San Luis Potosí. Comité
Directivo para la Investigación de los Recursos Minera-
les de México, Bol. No. 17. 1948, 50 pp.
- Gálvez, V., A. Hernández y L. Blásquez, Estudios hidrogeológi-
cos practicados en el Estado de San Luis Potosí. An.
Inst. Geol. Méx. 7: 1-139. 1941.
- Gausson, H., Géographie des plantes. Librairie A. Colin. Pa-
ris, 1954. 224 pp.
- Gentry, H.S., Rio Mayo plants. Carn. Inst. Wash. Publ. No.
527. Washington, D.C., 1942, 328 pp.
- Gentry, H.S., Sierra Tacuichamona - a Sinaloan plant locale.
Bull. Torr. Bot. Club 73: 356-362. 1946.
- Gentry, H.S., Los pastizales de Durango. Ediciones del Insti-
tuto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México,
D.F., 1957, 361 pp.

- Goldman, E.A., Biological investigations in Mexico. Smiths. Inst. Misc. Coll. vol. 115. Washington, D.C., 1951, 476 pp.
- González Reyna, J. y D.E. White, Los yacimientos de antimonio de San José, Sierra de Catorce, Estado de San Luis Potosí. Comité Directivo para la Investigación de los Recursos Minerales de México. Bol. No. 14. 1947, 36 pp.
- Good, R., The geography of the flowering plants. Langman, Green and Co. London, 1953, 2ª edic., 452 pp.
- Grisebach, A.R.H., Die Vegetation der Erde. Leipzig, 1872.
- Heim, A., The front ranges of the Sierra Madre Oriental, Mexico, from Ciudad Victoria to Tamazunchale. Eclog. Geol. Helv. 33: 315-352. 1940.
- Hemsley, W.B., Botany, in "Godwin, F.D. & O. Salvin, Biologia Centrali-Americana", vol. IV. R.H. Porter, edit. London, 1886-1888.
- Hernández, J., The temperature of Mexico. U.S. Mo. Weath. Rev. Supl. No. 23. 1923, 22 pp.
- Hernández Sánchez Mejorada, S., Carta geológica de la República Mexicana, Escala 1 : 2.000.000. Congreso Geológico Internacional, XXª sesión. México, D.F., 1956.
- Hernández Xolocotzi, E., Zonas fitogeográficas del noreste de México. Mem. Congr. Cient. Mex. 6: 357-361. 1953.
- Humboldt, A. v., Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse. 1806. (citado por Lundegardh, H., Klima und Boden in ihrer

Wirkung auf das Pflanzenleben. G. Fischer Verlag. Jena, 1954, p. 1).

Johnston, I.M., The floristic significance of shrubs common to North and South American deserts. Journ. Arnold Arbor. 21: 356-363. 1940.

Johnston, I.M., Gypsophily among Mexican desert plants. Journ. Arnold Arbor. 22: 145-170. 1941.

Koeppen, W., Climatología. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., 1948, 478 pp.

León, N., Biblioteca botánico-mexicana. Secretaría de Fomento. México, D.F., 1895, 372 pp.

Leopold, A.S., Vegetation zones of Mexico. Ecology 31: 507-518. 1950.

LeSueur, H., The ecology of the vegetation of Chihuahua, Mexico, north of parallel twenty-eight. The University of Texas Publication No. 4521. Austin, 1945, 92 pp.

Lorenzo, J.L., Préhistorie et Quaternaire récent au Mexique. Etat actuel des connaissances. L'Anthropologie 62: 62-83. 1958a.

Lorenzo, J.L., Una hipótesis paleoclimática para la Cuenca de México. Miscellanea P. Rivet, Octogenario dicata. XXXI Congr. Intern. American. UNAM. México, 1958b, I: 579-584.

Lundell, C.L., Studies of Mexican and Central American plants. IV. Field & Lab. 6: 9-16. 1937.

Macías Villada, M., Informe agroeconómico preliminar del proyecto de riego "El Tomate", S.L.P. Manuscrito en la Dirección de Aprovechamientos Hidráulicos, Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, 1937a, 30 pp.

Macías Villada, M., Informe agroeconómico preliminar del proyecto de riego "Alvaro Obregón", Estado de San Luis Potosí. Manuscrito *ibid.* 1937b, 30 pp.

Macías Villada, M. y J.B. Fierro, Estudio preliminar agroeconómico del proyecto de riego de Rioverde, S.L.P. Manuscrito *ibid.* México, 1937.

Márquez León, A., Informe sobre el estudio de los terrenos de la finca de Tambacá, S.L.P. Manuscrito *ibid.* México, 1946, 27 pp.

Martin, P.S., A biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farias region, Tamaulipas, Mexico. Mus. Zool. Univ. Mich. Misc. Publ. No. 101. Ann Arbor, 1958, 115 pp.

Martin, P.S., Cronología palinológica postglacial del pastizal desértico. Trabajo presentado en el Primer Congreso Mexicano de Botánica (1960).

Martin, P.S. & B.E. Harrell. The Pleistocene history of temperate biotas in Mexico and eastern United States. Ecol. 38: 468-480. 1957.

Matuda, E. y D.B. Gold, La región cactífera de Matehuala. Cact. Suc. Mex. 1: 112-116. 1956.

McVaugh, R., Suggested phylogeny of Prunus serotina and other

wide ranging phylads in North America. *Brittonia* 7: 317-346. 1952.

McVaugh, R., Edward Palmer. *Plant explorer of the American West*. University of Oklahoma Press. Norman, Oklah., 1956, 430 pp.

Meade, J., *Panorama indiano de San Luis Potosí en la época pre-hispánica*. *Bol. Soc. Mex. Geogr. Estad.* 60: 621-642. 1945.

Meyrán, J. y H. Sánchez Mejorada, *Exploración por algunos caminos de San Luis Potosí*. *Cact. Suc. Mex.* 2: 81-84. 1957.

Miranda, F., *Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación de la cuenca del río de las Balsas*. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 8: 95-114. 1947.

Miranda, F., *La vegetación de Chiapas*. Ediciones del Gobierno del Estado. 2 vols. Tuxtla Gutiérrez, Chis., 1952.

Miranda, F., *Formas de vida vegetales y el problema de la delimitación de las zonas áridas de México*, in "Mesas redondas sobre problemas de las zonas áridas de México". Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F., 1955, pp. 85-119.

Miranda, F., *Estudios acerca de la vegetación*, in "Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento". Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F., 1958. 2: 215-271.

Miranda, F., *Posible significación del porcentaje de géneros bi continentales en América tropical*. *An. Inst. Biol. Méx.* 30: 117-150. 1959.

Miranda, F. y E. Hernández Xolocotzi, Clasificación de los tipos de vegetación de México aplicable a los levantamientos forestales. Trabajo presentado en la Segunda Convención Nacional Forestal en 1959; publicado en mimeógrafo bajo el nombre de "Apuntes de geobotánica, sección bióticos, tipos de vegetación". 13 pp.

Miranda, F. & A.J. Sharp, Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico. *Ecol.* 31: 313-333. 1950.

Mohr, E.C.J. & F.A. van Baren, Tropical soils. Uitgeverij W. van Hoeve. The Hague, 1959, 498 pp.

Morello, J., La provincia fitogeográfica del Monte. *Opera Lilloana* 2: 1-155. 1958.

Muir, J.M., Geology of the Tampico region. Amer. Assoc. Petr. Geol. Tulsa, Okla., 1936, 280 pp.

Muller, C.H., Relations of the vegetation and climatic types in Nuevo Leon, Mexico. *Amer. Midl. Natur.* 21: 687-729. 1939.

Muller, C.H., Plant succession in the Larrea-Flourensia climax. *Ecol.* 21: 206-212. 1940.

Muller, C.H., Vegetation and climate of Coahuila. *Madroño* 9: 33-57. 1947.

Mullerried, F.K.G., La Sierra Madre Oriental de México. *Rev. Mex. Geogr.* 2: 13-52. 1941.

Mullerried, F.K.G., Geología del Estado de Nuevo León. I. An.

Inst. Invest. Cient. Univ. Nuevo León 1(1): 167-199. 1944;
II. op. cit. 1(2): 39-83. 1946.

Nelson, E.W. y E.A. Goldman, Mexico, in "Shelford, W.E.,
Naturalist's guide to the Americas". Williams & Wilkins,
Co. Baltimore, 1926, pp. 574-596.

Orshan, G., Note on the application of Raunkiaer's system of
life-forms in arid regions. Palestine Journ. Bot.
(Jerusalem ser.) 6: 12-122. 1953.

Osorio Tafall, B.F., Anotaciones sobre algunos aspectos de la
hidrología mexicana. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 7: 139-165.
1946.

Palacios, I., San Luis Potosí como región botánica. Imprenta
Berumen. San Luis Potosí, S.L.P., 1927, 29 pp.

Paredes, T., Estudio hidrológico de la región de Río Verde y
Arroyo Seco, en los Estados de San Luis Potosí y Queréta-
ro. Parerg. Inst. Geol. Méx. 2: 293-337. 1909.

Pichi-Sermolli, R.E.G., The arid vegetation types of tropical
countries and their classification, in "Arid zone
research, Plant ecology, Proceedings of the Montpellier
symposium" UNESCO. Paris, 1955a, pp. 29-33.

Pichi-Sermolli, R.E.G., Tropical East Africa, in "Arid zone
research, Plant ecology, Reviews of research". UNESCO.
Paris, 1955b, pp. 302-360.

Polunin, N., Introduction to plant geography. Langmans, Green
and Co., Ltd., London, 1960, 640 pp.

- Quezel, P. & J.A. Rioux, La notion de spectre en phytosociologie. *Lejeunia* 14: 19-26. 1950.
- Raunkiaer, C., The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press. Oxford, 1934, 632 pp.
- Reyna Tello, E., Estudio fitotécnico del Estado de San Luis Potosí. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx. 1943, 211 pp. (sin publicarse).
- Richards, P.W., The tropical rain forest. Cambridge University Press. 1952, 464 pp.
- Robinson, G.W., Soils, their origin, constitution and classification. T. Murby and Co., London, 1951, 573 pp.
- Rollins, R.C., The guayule rubber plant and its relatives. *Contr. Gray Herb.* 172: 1-72. 1950.
- Rzedowski, G.C. de, Vegetación del Valle de San Luis Potosí. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, D.F., 1957, 111 pp.
- Rzedowski, J., Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. I. Algunas novedades florísticas de la parte sur del Estado. *Ciencia, Méx.* 15: 89-96. 1955a.
- Rzedowski, J. Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. II. Estudio de diferencias florísticas y ecológicas condicionadas por ciertos tipos de substrato geológico. *Ciencia, Méx.* 15: 141-157. 1955b.
- Rzedowski, J., Notas sobre la flora y la vegetación del Estado

de San Luis Potosí. III. Vegetación de la región de Guadalcázar. An. Inst. Biol. Méx. 27: 169-228. 1956.

Rzedowski, J., Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. IV. Un género nuevo y dos especies poco conocidas de la parte árida del Estado. Ciencia, Méx. 16: 139-142. 1957a.

Rzedowski, J., Vegetación de las partes áridas de los Estados de San Luis Potosí y Zacatecas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 18: 49-101. 1957b.

Rzedowski, J., Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. VIII. Cinco fanerógamas interesantes del sur y centro del Estado. Ciencia, Méx. 19: 77-86. 1959a.

Rzedowski, J., Las colecciones botánicas de Wilhelm (José Guillermo) Schaffner en San Luis Potosí. I. Acta Cient. Potos. 3: 99-121. 1959b.

Rzedowski, J., La vegetación como indicador de rocas en la parte árida del Estado de San Luis Potosí. Trabajo presentado en el XXº Congreso Geológico Internacional.

Rzedowski, J., El extremo boreal del bosque tropical siempre verde en Norteamérica continental (en prensa).

Rzedowski, J. y F. Medellín Leal, El límite sur de distribución geográfica de Larrea tridentata. Acta Cient. Potos. 2: 133-147. 1958.

Rzedowski, J. y G.C. de Rzedowski, Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. V. La vegetación a

lo largo de la carretera San Luis Potosí - Rioverde. Acta Cient. Potos. 1: 7-68. 1957a.

Rzedowski, J. y G.C. de Rzedowski, Notas sobre la flora y la vegetación del Estado de San Luis Potosí. VI. Algunas plantas nuevas para la flora del Estado. Acta Cient. Potos. 1: 199-218. 1957b.

Rübel, E., Pflanzengesellschaften der Erde. Verlag H. Huber. Bern, 1930, 464 pp.

Sanders, E.M., The natural regions of Mexico. Geogr. Rev. 11: 212-242. 1921.

Schaffner, J.G., Calendario botánico del Valle de San Luis Potosí. Bol. Minist. Fomento Rep. Mex. vol. 1, Nos. 33, 51, 77. 1877

Schimper, A.F.W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena, 1898.

Schuchert, C., Historical geology of the Antillean-Caribbean region. John Wiley. New York, 1935.

Sears, P.B. & K.H. Clisby, Palinology in southern North America. IV. Pleistocene climate in Mexico. Bull. Geol. Soc. Amer. 66: 521-530. 1955.

Setzer, J., A new formula for precipitation effectiveness. Geogr. Rev. 36: 247-263. 1946.

Sharp, A.J., Notes on the flora of Mexico: world distribution of the woody dicotyledonous families and the origin of the modern vegetation. Journ. Ecol. 41: 374-380. 1953.

- Sharp, A.J., E. Hernández Xolocotzi, H. Crum & W.B. Fox, Nota florística de una asociación importante del Suroeste de Tamaulipas. Bol. Soc. Bot. Mex. 11: 1-4. 1950.
- Shreve, F., Lowland vegetation in Sinaloa. Bull. Torr. Bot. Club 64: 605-613. 1937.
- Shreve, F., The edge of the desert. Yearb. Assoc. Pacif. Geogr. 6: 6-11. 1940.
- Shreve, F., The desert vegetation of North America. Bot. Rev. 8: 195-246. 1942a.
- Shreve, F., Grassland and related vegetation in northern Mexico. Madroño 6: 190-198. 1942b.
- Shreve, F., Rainfall in northern Mexico. Ecol. 25: 105-111. 1944.
- Shreve, F., Vegetation of the Sonoran Desert. Carn. Inst. Wash. Publ. No. 591. Washington, D.C., 1951, 192 pp.
- Smith, A.C. & I.M. Johnston, A phytogeographical sketch of Latin America, in "Plants and plant science in Latin America". Chronica Botanica. Boston, Mass., 1945, pp. 11-18.
- Smith, H.M., Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género Sceloperus. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. 2: 103-110. 1940.
- Smith, H.M., Herpetogeny in Mexico and Guatemala. Ann. Assoc. Amer. Geogr. 39: 219-238. 1949.
- Soil Survey Staff of the U.S. Department of Agriculture, Soil

Survey Manual. U.S. Dept. Agric. Handbook No. 18. Washington, D.C., 1951, 503 pp.

Somolinos d'Ardois, G., El viaje del doctor Francisco Hernández por la Nueva España. An. Inst. Biol. Méx. 22: 435-484. 1951.

Standley, P.C., Trees and shrubs of Mexico (part 5). Contr. U.S. Nat. Herb. 23: 1313-1721. 1926.

Stern, W.L. & M.E. Buell, Life form spectra of New Jersey pine barrens forest and Minnesota jack pine forest. Bull. Torr. Bot. Club 78: 61-65. 1951.

Stresser-Péan, G., Les indiens Huastèques. Rev. Mex. Estud. Antrop. 13: 213-234. 1952-1953.

Tamayo, J.L., Datos para la hidrología de la República Mexicana. Inst. Panam. Geogr. Hist. Publ. No. 84; 1946, 448 pp.

Tamayo, J.L., Geografía general de México. Geografía física. 2 vols. México, D.F., 1949.

Tolman, C.F., Erosion and deposition in the southern Arizona bolson region. Journ. Geol. 17: 136-163. 1909.

Tomaselli, R., Note sulla vegetazione dei prati e dei pascoli dell'alta Valle di Scälve sulla sinistra del fiume Dezzo (Bergano). Suppl. Ann. Sper. Agr., n.s. 9: 1-52. 1955.

Transeau, E.N., Forest centers of eastern America. Amer. Nat. 39: 875-889. 1905.

Trochain, J.L., Accord interafricain sur la définition des

types de végétation de l'Afrique tropicale. Bull. Inst. Et. Centrafr. n.s. 13-14: 55-93. 1957.

Valdés, J., Contribución al estudio de la vegetación y de la flora en algunos lugares del norte de México. Bol. Soc. Bot. Méx. 23: 99-131. 1958.

Velázquez, P.F., Historia de San Luis Potosí. Soc. Mex. Geogr. Estad. México, D.F., 1946, vol. I., 527 pp.

Waitz, P., Erupciones rhyolíticas ligadas con fracturas tectónicas entre Aguascalientes y San Luis Potosí. Mem. Soc. Cient. A. Alzate 46: 201-212. 1926.

Wallén, C.C., Some characteristics of precipitation in Mexico. Geogr. Ann. 37: 51-85. 1955.

Walter, H., Grasland, Savanne und Busch in der ariden Teile Afrikas in ihrer ökologischen Bedingtheit. Jahrb. Wiss. Bot. 87: 750-860. 1939.

Warming, E., Oecology of plants. Oxford University Press. London, 1909, 422 pp.

Weaver, J.E. & F.E. Clements, Plant ecology. McGraw-Hill Book Co., New York, 1938, 601 pp.

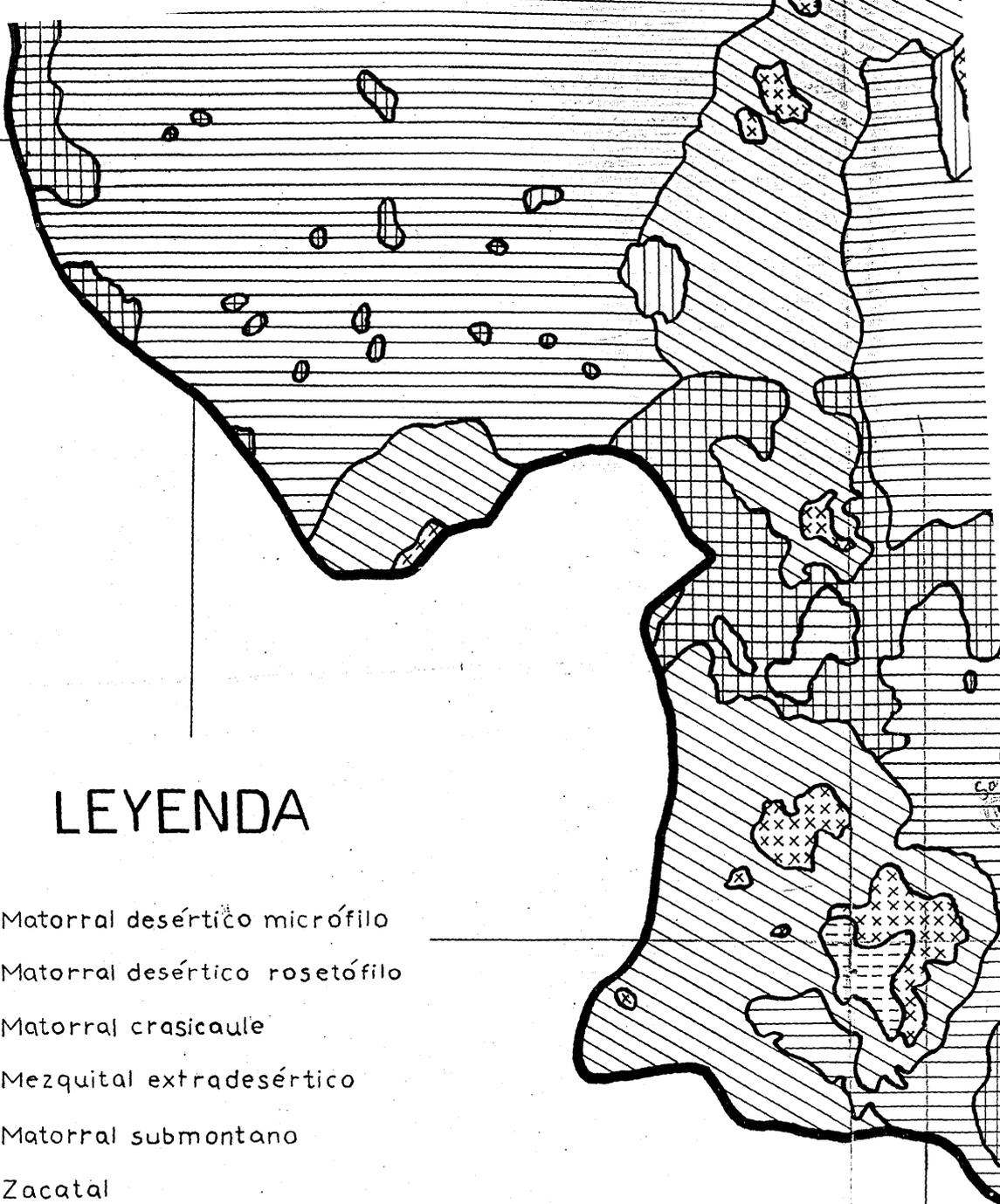
Wittich, E., Fenómenos desérticos en los alrededores de San Luis Potosí. Mem. Soc. Cient. A. Alzate 37: 65-70. 1918.

Wittich, E., Apuntes acerca del azufre con betún de las minas de Guascamá, Cerritos, S.L.P. Bol. Minero 9: 614-616. 1920.

Wittich, E. y F. Ragotzy, La geología de la región minera de Guadalcázar, S.L.P. Mem. Soc. Cient. A. Alzate 40: 145-178. 1922.

Wulff, E.V., An introduction to historical plant geography. Chronica Botanica. Waltham, Mass., 1950, 223 pp.

23°



LEYENDA

22°

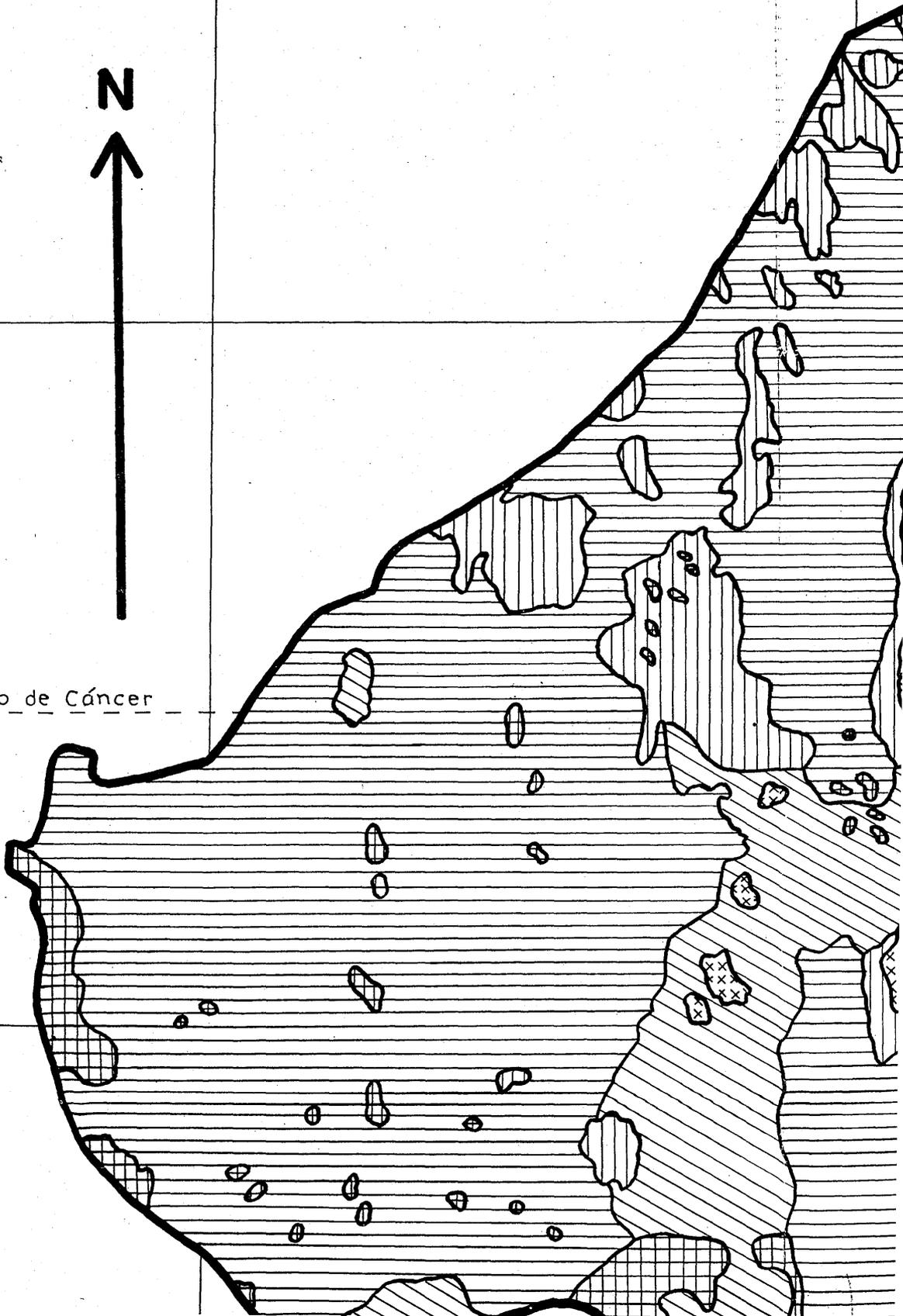
-  Matorral desértico micrófilo
-  Matorral desértico rosetófilo
-  Matorral crasicaule
-  Mezquital extradesértico
-  Matorral submontano
-  Zacatal
-  Encinar arbustivo
-  Piñonar
-  Encinar -pinar
-  Bosque deciduo templado
-  Bosque espinoso
-  Bosque tropical deciduo
-  Bosque tropical perennifolio

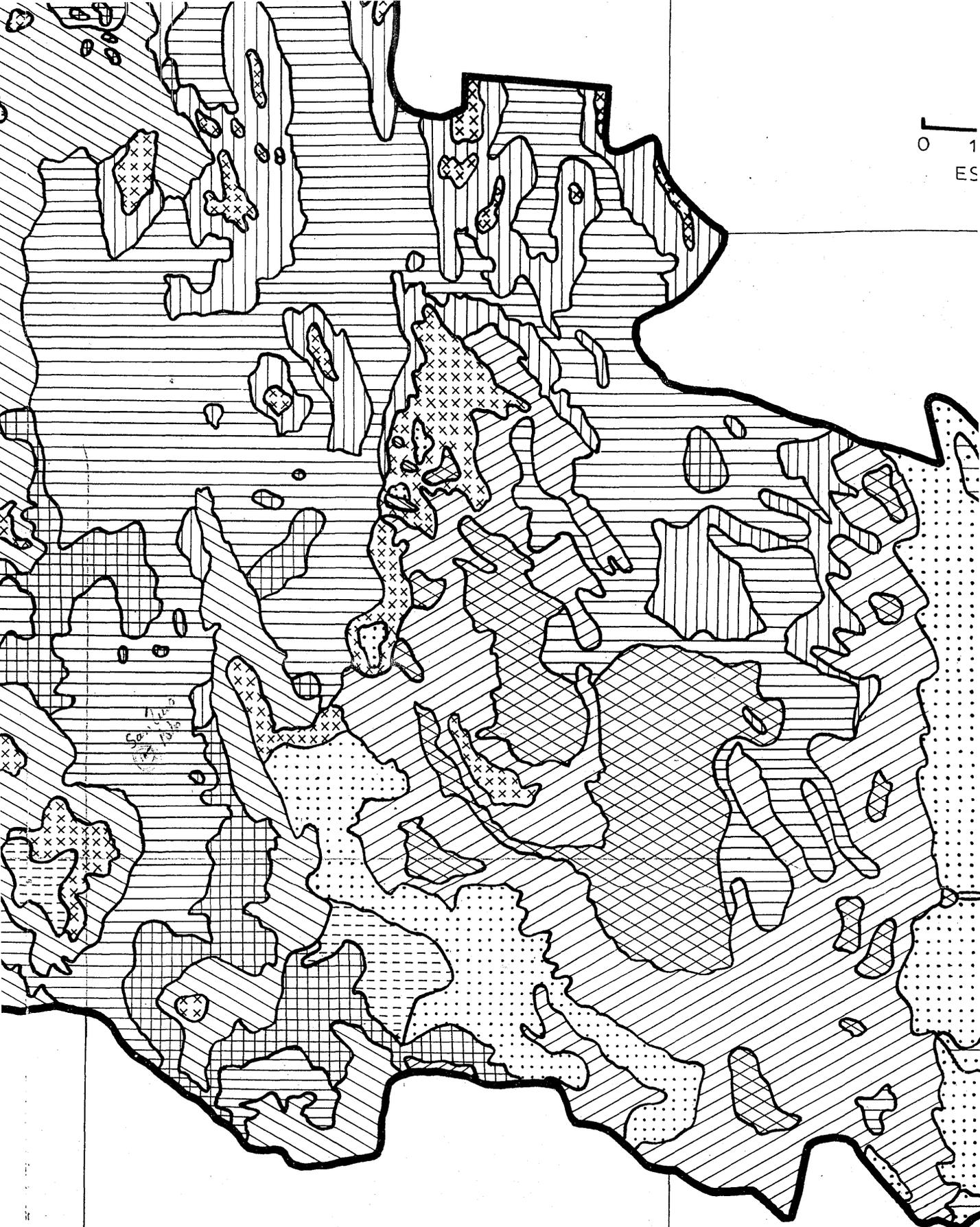


24°

Trópico de Cáncer

23°





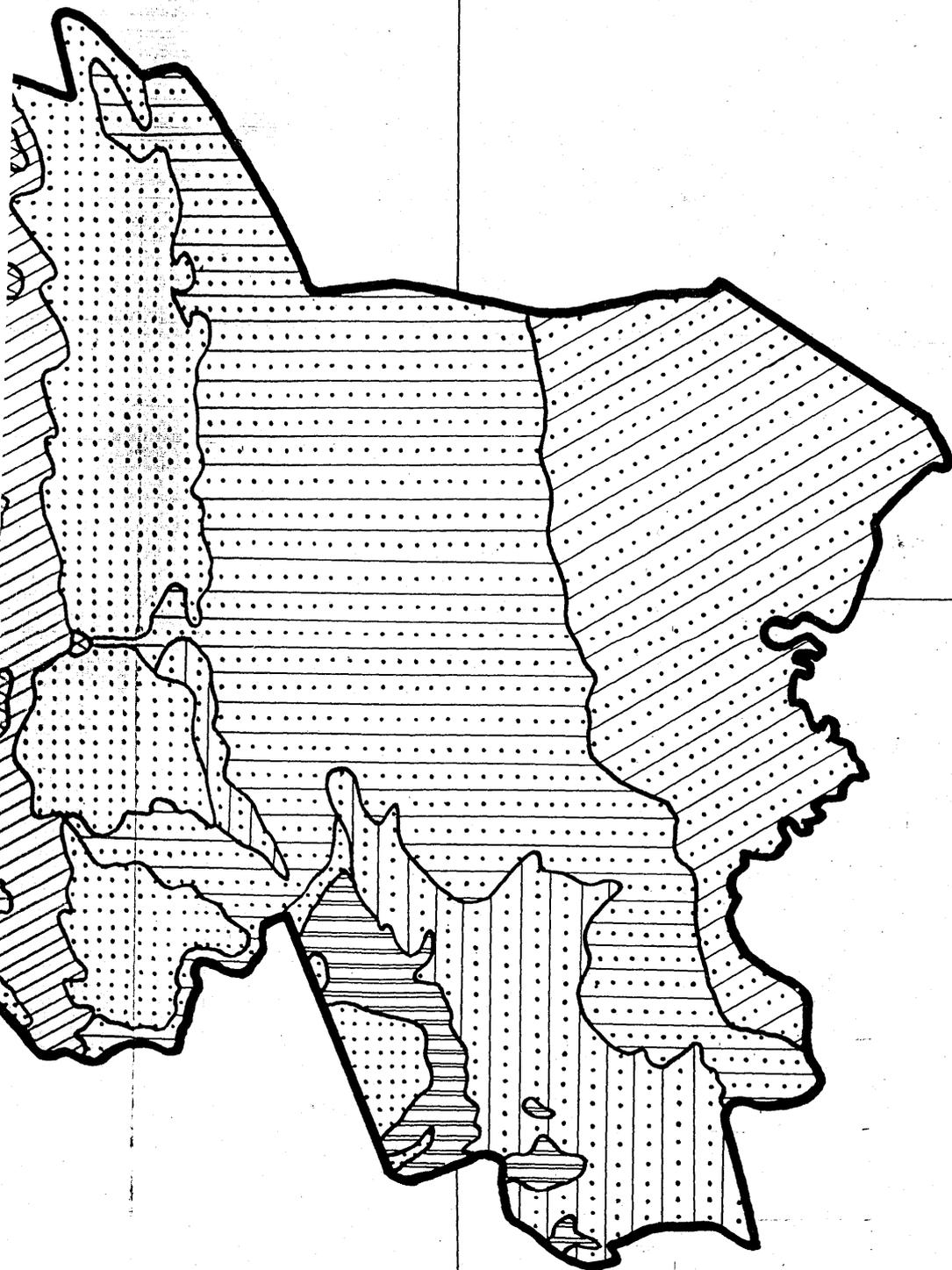
0 1
ES

Co. 13

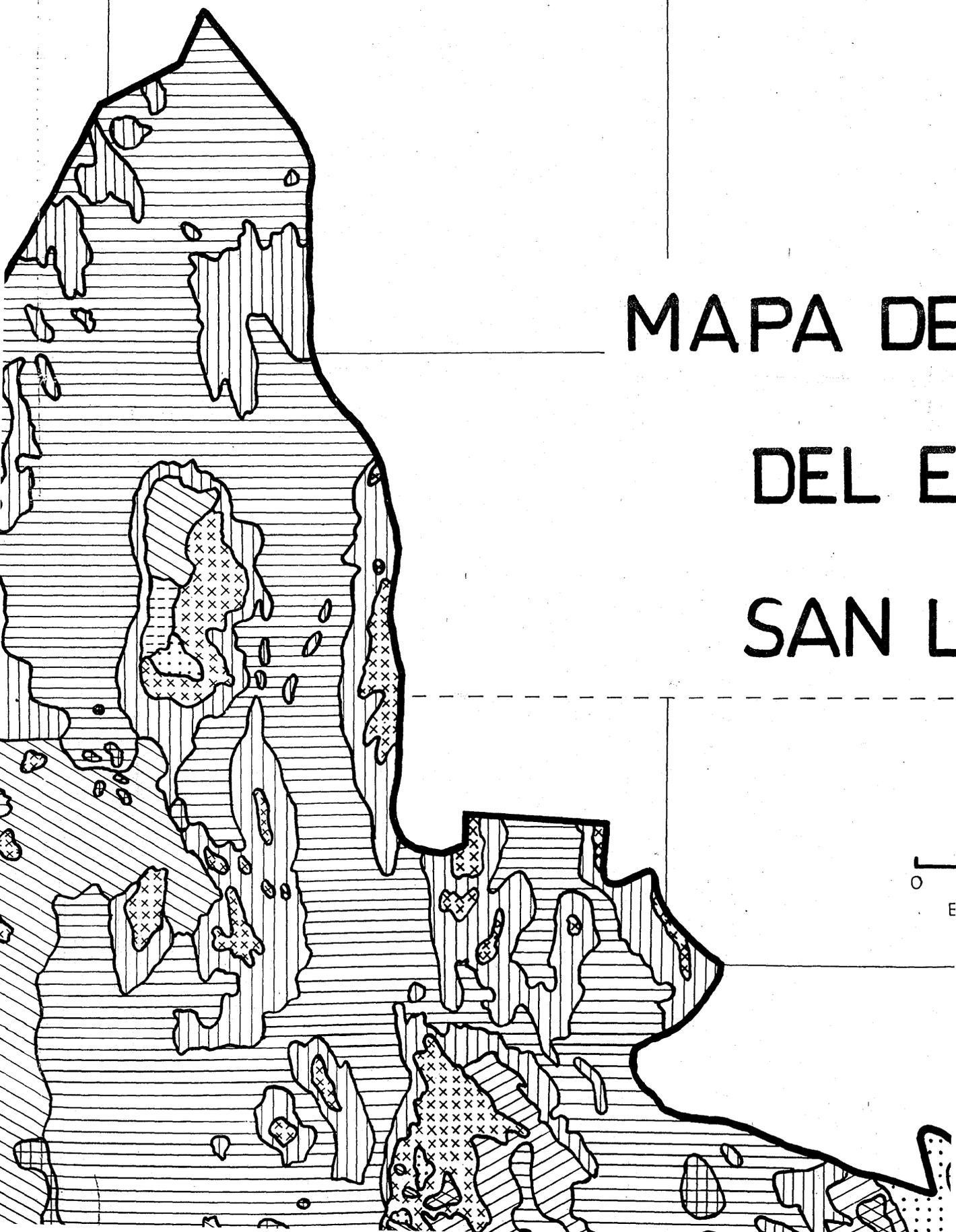
0 10 20 30 40 50 Km

ESCALA GRAFICA

23°



22°



MAPA DE

DEL E

SAN L

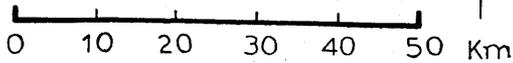
1
E

DE VEGETACION

24°

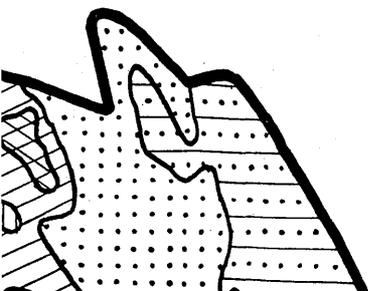
EL ESTADO DE

SAN LUIS POTOSI



ESCALA GRAFICA

23°



99°

DE VEGETACION

24°

ESTADO DE

LUIS POTOSI

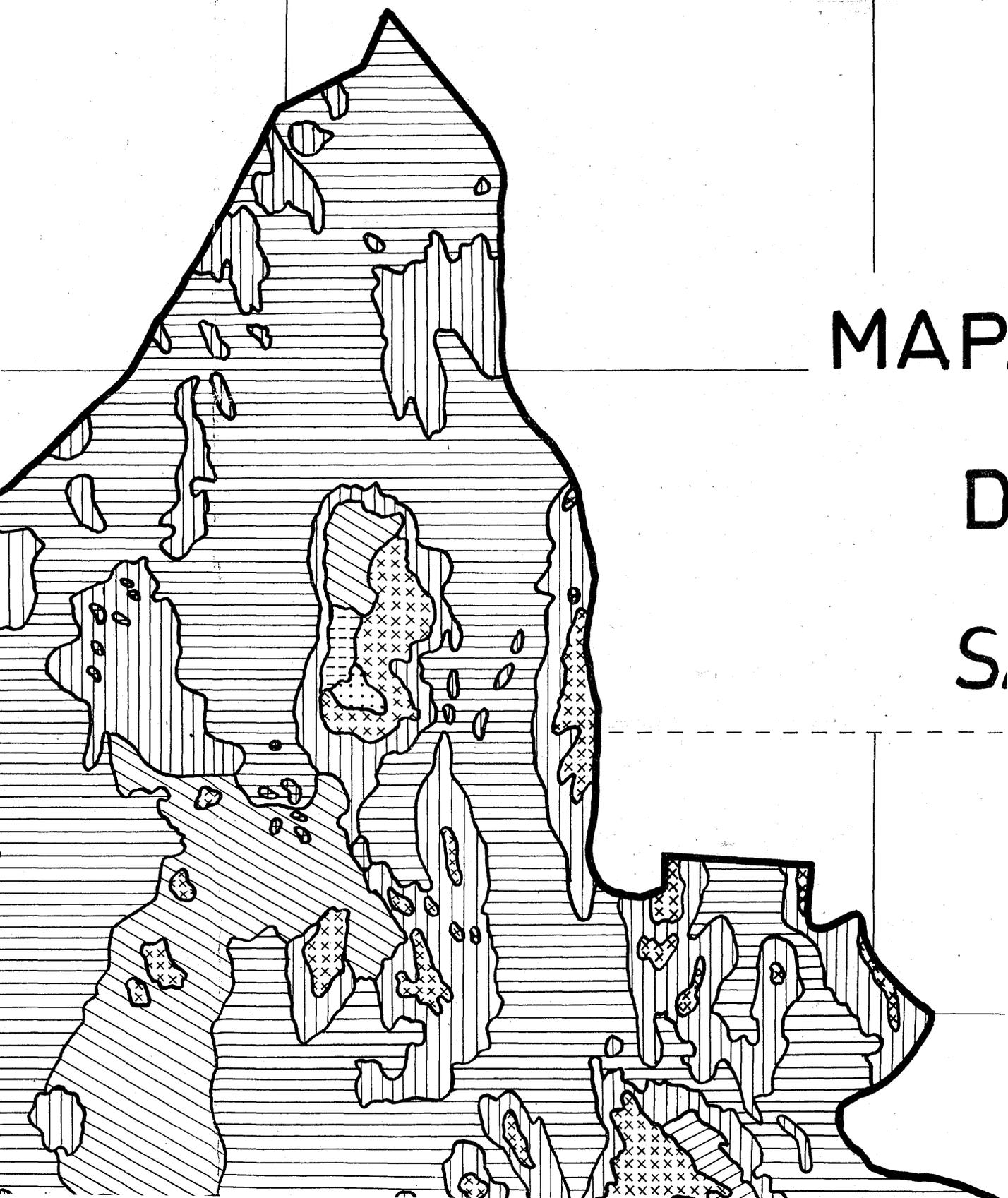
0 10 20 30 40 50 Km

ESCALA GRAFICA

23°

101°

100°



MAP

D

S

102°

101°



Pico de Cáncer

