

The image is a full-page photograph of a desert landscape. In the foreground, a large agave plant with thick, pointed, light-green leaves is the central focus. The leaves have serrated edges. Behind it, the desert floor is covered with low-lying, dry vegetation and small, yellowish cacti. In the background, a large, rocky hill or mesa rises against a clear blue sky. The hill is covered in sparse desert plants and has a warm, golden-brown hue, suggesting it might be late afternoon or early morning light.

Las comunidades vegetales de México

Francisco González Medrano

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología

*Las comunidades
vegetales de México*

Las comunidades vegetales de México

*Propuesta para la unificación de la clasificación y
nomenclatura de la vegetación de México*

Francisco González Medrano

Segunda edición



Primera edición: noviembre de 2003
Segunda edición: noviembre de 2004

D.R. © Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)
Periférico sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco,
C.P. 04530. México, D.F.
www.ine.gob.mx

COORDINACIÓN EDITORIAL: Raúl Marcó del Pont Lalli
con el apoyo de Gloria Portales Betancourt
DISEÑO DE LA PORTADA: Álvaro Figueroa
FOTO DE LA PORTADA: Claudio Contreras
CORRECCIÓN DE ESTILO: Eduardo Chagoya Medina
y Gloria Portales Betancourt

ISBN: 968-817-611-7

Impreso y hecho en México

ÍNDICE

6	AGRADECIMIENTOS
7	PRÓLOGO. <i>Rodolfo Dirzo</i>
9	INTRODUCCIÓN
11	I. ANTECEDENTES
21	II. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE MÉXICO Y SU CORRELACIÓN CON LA CLASIFICACIÓN Y LA NOMENCLATURA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES
39	III. ELEMENTOS PARA DIFERENCIAR UNIDADES DE VEGETACIÓN A DIVERSAS ESCALAS, SU REPRESENTACIÓN ESPACIAL Y SU CARACTERIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA O CON IMÁGENES DE SATÉLITE
49	IV. CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA DE LA VEGETACIÓN DE MÉXICO
61	V. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE MÉXICO
69	CONSIDERACIONES FINALES
71	ANEXOS
79	BIBLIOGRAFÍA

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer muy cumplidamente al Dr. Exequiel Ezcurra, Presidente del Instituto Nacional de Ecología (INE) de la SEMARNAT, el apoyo y el interés mostrado para que esta obra se concluyera y editara.

El Dr. Gerardo Bocco, Director General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del INE, tuvo especial interés para la realización del libro, sobre todo en la parte inicial, lo cual mucho le agradezco.

El biólogo Francisco Takaki Takaki, del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), hizo una revisión crítica del trabajo, en la cual puso de manifiesto su amplio conocimiento del territorio nacional, especialmente su vegetación. Sus observaciones certeras y bien fundamentadas, permitieron aclarar algunos aspectos en la clasificación de la vegetación. ¡Gracias, Francisco!

El Dr. Fernando Chiang Cabrera, del Instituto de Biología de la UNAM, hizo valiosas y atinadas correcciones a la primera edición, las cuales han sido incorpo-

radas en esta nueva edición. Su amplia cultura general y su no menos amplia cultura biológica, se manifestaron en las correcciones hechas al libro ya impreso.

El Dr. Alejandro Velázquez Montes del Instituto de Geografía de la UNAM (sede Morelia) hizo valiosas observaciones al texto original, que mucho enriquecieron la obra.

Raúl Marcó del Pont, del área de publicaciones del INE, con el apoyo de Gloria Portales Betancourt, tuvo a su cargo la difícil y a veces tediosa labor de coordinación editorial.

La corrección de estilo a cargo de Eduardo Chagoya Medina y Gloria Portales, permitió que el texto fuese más claro y comprensible, sin demérito de su contenido técnico-científico.

Finalmente, deseo reconocer especialmente la labor de la bióloga G. Gabriela Hernández-Mejía, quien con mucha voluntad y conocimiento, realizó la difícil transcripción del *garabatuscrito* original, al claro lenguaje de la computadora. Muchas gracias, Gaby.

PRÓLOGO

Una de las manifestaciones que mejor denotan el desarrollo de la capacidad analítica del *Homo sapiens* ha sido su tendencia a clasificar las cosas y los fenómenos de su entorno. Indudablemente, tal tendencia ha sido una pieza fundamental que ha conducido a una mejor comprensión, manejo y explotación de nuestro medio natural.

En el ámbito de la biología esta tendencia se refleja de muchas formas, entre las que destaca, por ejemplo, la clasificación de los seres vivos, cuya primera manifestación razonada se remonta al sistema y la nomenclatura de plantas y animales elaborado por Carlos Linneo, en el siglo XVII. Más allá de las especies, los conglomerados de ellas en comunidades naturales se manifiestan de formas tan diversas que también han provocado, durante mucho tiempo, el interés científico de clasificarlas de manera clara e, inclusive, predictiva. Un ejemplo de un sistema de clasificación de la vegetación que aborda un esquema de capacidad predictiva es el del ecólogo norteamericano L.R. Holdridge, con su famoso triángulo de variables climáticas, cuya confluencia conduce a unidades de vegetación observadas y esperadas.

El tema de la clasificación de la vegetación ha sido motivo de numerosos compendios enfocados tanto a nivel local como regional y global. De esta forma, es difícil pensar en cualquier región o país que, teniendo alguna tradición e infraestructura científica no cuente con un historial de esfuerzos en ese

tema. México no es la excepción. Sin duda, la vegetación de México es una de las más complejas y diversas a nivel global. Se argumenta que, con excepción de unos pocos, casi la totalidad de los grandes tipos de vegetación de la Tierra se encuentran representados en el territorio del país. Esto resulta particularmente sorprendente si se toma en consideración que la superficie de México es de apenas unos dos millones de kilómetros cuadrados. Dada esta increíble aglutinación de expresiones de la vegetación, no es de extrañar que diversos investigadores hayan llevado a cabo encomiables intentos de desarrollar sistemas de clasificación de las comunidades vegetales del país.

Si bien pudiera pensarse que el primer intento de clasificar la vegetación de México se remonta a los trabajos de Martens y Galeotti, hacia 1844, los sistemas más reconocidos y citados son los de Miranda y Hernández-X., en su trabajo pionero sobre los tipos de vegetación de nuestro país y su clasificación de 1963, y el de Rzedowski, en su ejemplar compendio de 1978 sobre la vegetación de México (todos ellos citados en este volumen). Estas dos obras de la literatura botánico-ecológica de México han tenido una influencia de gran envergadura en el conocimiento de la biota nacional y de más allá de nuestras fronteras. La gran resonancia de estas dos obras sólo pudo darse, en mi opinión, por el hecho de haber sido encaradas por científicos

dotados de un profundo conocimiento de la vegetación de nuestra nación. Sin embargo, el avance en el conocimiento de la flora y la vegetación de nuestro territorio, así como la disponibilidad de nuevas herramientas analíticas, incluyendo los sistemas de información geográfica y las imágenes de satélite, hacen necesario que se lleve a cabo un nuevo esfuerzo de clasificación y nomenclatura de la compleja vegetación nacional. En mi opinión, el primer esfuerzo de esta «nueva era», solamente podría realizarlo otro científico dotado de una profunda familiarización con el territorio nacional y su vegetación. Francisco González Medrano pone a nuestra disposición y escrutinio en este trabajo los resultados de haber hecho suyo este desafío. Este prominente botánico mexicano es reconocido no sólo por su excelente conocimiento de la vegetación nacional en lo colectivo, y de las plantas que la componen en lo particular, sino que también es ampliamente admirado por la contagiante motivación con la que, a lo largo de décadas, ha viajado por el territorio, explorando sus rincones botánicos y recolectando plantas. (Esto ha sido hecho, además, compartiendo su conocimiento y enjun-dia con generaciones de estudiantes.)

En este libro, el autor nos ofrece una excelente reseña histórica de los estudios de la clasificación de la vegetación de México; analiza las relaciones entre las manifestaciones de la vegetación y sus factores ambientales predominantes y nos aporta

elementos para diferenciar las unidades de vegetación a distintas escalas. El corolario de la obra es poner a consideración del lector una propuesta que conduzca a la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México.

En estos tiempos resulta cada vez más evidente la magnitud e importancia del tesoro vegetal que puebla nuestro territorio. Hoy reconocemos que nuestras aproximadamente 25,000 especies de plantas vasculares, aglutinadas en una sorprendente gama de formas de vida y grupos funcionales, y acomodadas en asociaciones, formaciones y tipos de vegetación de múltiples manifestaciones (como se ilustra en este libro), constituyen un recurso de valor incomparable para la sociedad entera. Por otra parte, reconocemos que cada vez se siente más a flor de piel el impacto antropogénico sobre nuestra cobertura vegetal, reflejado en una tasa de deforestación de aproximadamente 650,000 hectáreas por año, lo cual implica un serio riesgo de erosión biológica a nivel de pérdida de poblaciones, especies e incluso comunidades vegetales enteras. En fin, en estos tiempos en que se conjugan estas dos percepciones de lo rico y amenazado de nuestra biota un esfuerzo analítico como el del presente volumen se significa por su gran valía.

Esta será una obra con la cual podremos confrontar nuestra capacidad para entender, darle seguimiento e, idealmente, proteger nuestro incomparable patrimonio natural.

Rodolfo Dirzo
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, UNAM

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que a menudo afrontan las personas que trabajan con la vegetación o con las comunidades vegetales de México es la ausencia de un sistema de clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales que sea de uso común y aceptación general.

A veces la gente hace su propia interpretación del sistema que está usando y con frecuencia se mezclan diferentes esquemas de clasificación, lo que origina ambigüedades. El uso de términos y criterios subjetivos es frecuente, lo que dificulta la clasificación y la nominación de las comunidades vegetales.

Una muestra de lo anterior lo constituyen los datos disponibles sobre, por ejemplo, la superficie cubierta por la selva baja caducifolia de nuestro país. Trejo Vázquez (1998: 15) presenta un cuadro que deja ver con claridad las disparidades que dependen de la fuente que se consulte. Por ejemplo, Flores *et al.* (1971) consideran que dicha vegetación ocupa 290,455 km², es decir, el 14.9% de la superficie nacional; la Secretaría de Programación y Presupuesto (1981) estima 159,800 km², o sea el 8.2%; Jaramillo Villalobos (1994) 155,871 km² (el 8.0%) y SARH (1994) 109,488 km², ésto es, el 5.6%. Estas divergencias reflejan, en cierta medida, criterios diferentes para clasificar las selvas bajas caducifolias y, por lo tanto, para definir su distribución en el territorio nacional.

Lo que sigue es una lista de algunos de los problemas que se presentan en relación con la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales en nuestro país:

- Inconsistencia en la diferenciación y clasificación de las comunidades vegetales.
- Inconsistencia en la denominación de las unidades de vegetación.
- Categorías insuficientes y a menudo no bien delimitadas.
- Criterios subjetivos para clasificar y denominar las comunidades vegetales.
- Mezcla de diferentes sistemas de clasificación y denominación, lo que da lugar a confusiones.

Lo anterior se refleja en la dificultad para llevar a cabo estudios comparativos, elaborar la cartografía de las comunidades y cuantificar correctamente las superficies que ocupan, para ubicar las áreas de distribución de especies de plantas y animales de interés, e inclusive problemas para delimitar las superficies ocupadas por las diferentes comunidades de importancia para la conservación, el manejo y la caracterización de las unidades de vegetación como hábitat para los animales, incluyendo a la especie humana.

Por lo tanto, contar con una clasificación y una nomenclatura adecuadas para las comunidades vegetales del país se ha vuelto un imperativo cada vez mayor. Ahora bien: clasificar, ¿para qué? Los objetivos son varios:

- Para dar cuenta de la similitud y las diferencias de la composición florística y la estructura entre las comunidades.
- Para mostrar la complejidad de las comunidades vegetales o clasificarlas de acuerdo con la misma.

Para conocer las relaciones de las comunidades con su hábitat, aunque a veces se enfatizan más las características del ambiente que las de la vegetación.

Para describir la dinámica de la vegetación y su sucesión en el tiempo.

Para definir, con un criterio económico, los usos reales o potenciales de las comunidades vegetales (por ejemplo, forestal, agrícola, pecuario, recreativo, etc.).

Lo anterior debe servir para justificar el esfuerzo a realizar en este trabajo, con la finalidad de

tener un sistema de nomenclatura y clasificación de las comunidades vegetales de México.

Dicho sistema debe ser de utilidad para contar con un marco de referencia que permita ubicar otro tipo de investigaciones, como las de tipo florístico, sinecológico, fitogeográfico, entre muchas otras. Esto difícilmente va a lograrse si no se cuenta con un sistema uniforme, jerárquico, consistente, unívoco, incluyente y, hasta donde sea posible, cuantitativo, que evite las generalizaciones subjetivas.

I. ANTECEDENTES

1. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN PROPUESTOS PARA LA VEGETACIÓN DE MÉXICO

El conocimiento tan amplio que los pobladores del México antiguo tenían de la flora y la fauna ha sido ampliamente reconocido por diferentes autores, comenzando con el mismo Hernán Cortés, quien en sus *Cartas de Relación* (1519-1526) da a conocer al Viejo Mundo una nueva naturaleza, con un profundo saber sobre sus plantas, su aplicación en la alimentación, la construcción, el vestido, la medicina tradicionales así como en ceremonias y rituales. Describe la exuberancia de la vegetación y el esplendor del saber médico y botánico autóctonos, así como la magnificencia de los jardines botánicos diseminados en diferentes partes de Anáhuac, entre los que destacaban el de Chapultepec, el de Tetzconzinco (Texcoco), el de Oaxtepec y el de Iztapalapa.

Fray Bernardino de Sahagún (1558) en su *Historia de las Cosas de la Nueva España* destaca cómo los aztecas cuidaban de las plantas, usando una “cama o cuadro”, y cómo realizaban el trasplante de árboles traídos de regiones lejanas y la esmerada construcción de los sistemas de riego.

Gran parte del conocimiento que los indígenas tenían sobre los aspectos botánicos tanto de la época precortesiana como de la conquista española, se encuentran en códices y manuscritos. Dentro de ellos destaca el *Códice Badiano* (también conocido como *Códice Barberini*), el cual, con justicia debería ser llamado *Códice de la Cruz*, pues fue un herbario con un texto en náhuatl hecho por el médico indígena Mar-

tín de la Cruz (1552); posteriormente, el indio xochimilca, Juan Badiano, lo tradujo al latín con el título de *Libellus de medicinalibus indorum herbis*. El manuscrito de este libro está ilustrado con numerosas y atractivas acuarelas que representan plantas principalmente de interés medicinal.

Asombrado, Bernal Díaz del Castillo en su obra *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España* (1568) describe la gran diversidad de plantas y animales que se comercializaban en el gran tianguis o mercado de Tlatelolco.

En otro contexto, Francisco Hernández, médico de cámara de Felipe II, fue enviado por éste a la Nueva España entre 1570 y 1577. Llamado Protomédico de las Indias, viajó por la Nueva España estudiando animales, minerales y, sobre todo, plantas con potencial curativo. Su obra de doce libros manuscritos permaneció inédita hasta 1651, cuando fue publicada en Roma, aunque compendiada y arreglada por otro médico de Felipe II, Nardo Antonio Rechi. A principios del siglo XVII, llegó a México una copia del compendio de los trabajos de Hernández que Francisco Ximénez tradujo del latín al español y que utilizó para arreglar su obra *Quatro libros de la Naturaleza*, publicada en 1615. En 1985, la UNAM publicó el séptimo y último tomo de la obra de Francisco Hernández.

Además de los conocimientos sobre las plantas con potencial médico o comestible, el interés de los antiguos pobladores se hizo patente en aspectos como la morfología, la fisiología, la ecología y la fitopatología de las diferentes especies vegetales. Uno de los temas que desarrollaron ampliamente fue el relativo a la clasificación y a la nomenclatura vegetales mediante un

sistema de clasificación basado en características morfológicas y del hábitat de las plantas. Así, Del Paso y Troncoso (1883-1884), hace certeras observaciones sobre la taxonomía botánica náhuatl. La noción de género y sus especies puede colegirse de algunos de los nombres en náhuatl como *tollin* para los tules en general y sus derivados... *tepetollin*, tule del cerro o la montaña; *atollin*, tule del agua; *aitztollin*, de bordes que cortan como pedernal, etc. Diferenciaban también formas de vida, como: leñosas o arbóreas, *cuahuítl*; arbustivas, *cuacuauhtzin*; yerbas, *xihuítl*, etc. Y aun el nombre de comunidades vegetales como bosque, *cuauhtla*; carrizal, *acazacatla*; pinar, *ococotla*; yerbazal o pastizal, *zacatla*, entre otros.

Durante los siglos XVIII y XIX, diferentes botánicos, naturalistas y colectores, viajaron por el país dando a conocer parte de la riqueza natural. Uno de ellos fue el barón Alejandro de Humboldt quien en 1805, acompañado por el botánico francés Amado Bonpland, recorrió durante diez meses la Nueva España, explorando principalmente las partes central y occidental de México. A su regreso a Europa, establecieron su residencia en París; las colecciones botánicas hechas principalmente por Bonpland, fueron en gran parte estudiadas por Carlos Segismundo Kunth, un botánico alemán. El mismo Humboldt hizo también importantes observaciones sobre la vegetación del continente americano, las cuales sirvieron como base de estudios fitogeográficos.

Un grupo importante de extranjeros, principalmente europeos, vino a México como coleccionistas de plantas, y muchos de los ellos se convirtieron en corresponsales de los principales coleccionistas europeos de plantas. Aunque contribuyeron al conocimiento florístico y de las regiones naturales del país, poco aportaron al conocimiento de las comunidades vegetales de México.

No fue sino hasta 1842, con los trabajos de Martens y Galeotti, de Galeotti en 1844 y de Richard y Galeotti en 1844, que los estudios se enfocaron a aspectos del ambiente o del hábitat donde se distribuyen algunos grupos de plantas, en este caso los helechos y orquídeas, es decir, con un enfoque ecológico de la distribución de las plantas. Así, estos trabajos pueden considerarse como los primeros esbozos de clasificación de las diferentes regiones climáticas de nuestro país y su relación con la topografía y con la latitud. En el trabajo de Martens y Galeotti, 1842, llamado *Mémoire sur les fougères du Mexique et considérations sur la*

géographie de cette contrée, dividen climáticamente el territorio de México, en:

1. Región caliente
2. Región templada y
3. Región fría.

A su vez subdividen la Región caliente en:

- A. Subregión caliente de la costa
- B. Subregión caliente de las barrancas y de los bosques húmedos
- C. Región caliente de las playas del océano Pacífico.

La Región templada la subdividen en:

- A. De las vertientes oceánicas de la cordillera oriental
- B. De las vertientes oceánicas de la cordillera occidental
- C. Región templada de las vertientes centrales y de las llanuras, la cual a su vez dividen en subregión de las llanuras y región de las vertientes

Y la Región fría en:

- A. De la vertiente oriental de la cordillera
- B. De la vertiente occidental de la cordillera
- C. Región fría de las llanuras.

De cada una de las regiones y subregiones mencionan sus límites altitudinales en pies; en algunos casos consignan las variaciones de las temperaturas en grados centígrados y destacan el sustrato geológico, refiriéndolo como suelo (por ejemplo, suelo basáltico, calizo-esquistoso, gneisico, etc.). Para la mayoría de las subregiones que distinguen dan una lista de las especies de helechos que ahí se desarrollan y ocasionalmente citan otros componentes de la flora, ya sea en forma genérica y a veces denominando las especies dominantes. En realidad los autores son congruentes con el título de la segunda parte de su trabajo, *Notas sobre la distribución geográfica y geológica de los helechos de México*, en la que establecen las estaciones botánicas donde crecen los helechos y caracterizan sus regiones climáticas.

En 1844 Galeotti, presentó ante la Academia de Ciencias de Francia, sus *Consideraciones generales sobre la vegetación de México y las diversas estaciones en*

donde crecen las especies de orquídeas mexicanas. Este trabajo resultó muy similar en su construcción al que antes había publicado con Martens sobre los helechos, pero ahora lo hace con los lugares o estaciones donde crecen las orquídeas y toma en cuenta variantes térmicas expresadas en grados centígrados, estableciendo zonas o “estaciones orquídeas”.

En la introducción a su trabajo destaca que las líneas de vegetación (isofitas) no se corresponden del todo con las isotermas, pues las pueden diferenciar variantes locales como el sustrato geológico, la orientación, la exposición, etc. Además de la lista de las orquídeas más conspicuas, consigna otras especies de la flora nativa. Respecto a las comunidades vegetales, ocasionalmente se refiere a las estaciones donde crecen los encinos y los pinos.

En 1844 Richard y Galeotti publicaron *Monographie des Orchidées Mexicaines*, en donde dividen al país en zonas y hacen unas consideraciones generales sobre la vegetación de México y sobre las diversas estaciones donde crecen las especies de orquídeas mexicanas.

En 1869 Herrera dio a conocer en la revista *La naturaleza*, un artículo denominado Apuntes para la Geografía Botánica de México, en el que establece que: “... las regiones climáticas que a continuación se expresan, las hemos tomado de la obra poco conocida del Sr. Galeotti, intitulada *Los helechos de México*”.

En 1876 Grisebach, publicó la *Vegetación del dominio mexicano* que, a su vez, fue el capítulo XV de la obra titulada *La Végétation du Globe*, traducida del alemán. Destaca la acción del relieve sobre el clima y dedica un capítulo especial a las formas vegetales y otro a las formaciones vegetales y regiones, mencionando que los bosques húmedos de clima caliente y las sabanas son las formaciones vegetales principales de la América tropical, lo que, claro está, incluía a México. Se refiere a las partes montañosas de nuestro país como los Andes mexicanos, localizados entre los 21 y 17 ° de latitud norte.

Al considerar la altura sobre el nivel del mar, distingue las regiones tropical, con región caliente, de la selva de encinos (encinares), la región de las coníferas y la región alpina. En el capítulo Centros de vegetación destaca ya la riqueza florística de México, y señala que, según Kotschy (1852), se estiman unas 7,300 especies y de éstas Grisebach (1876) piensa que unas 5,000 son endémicas. Este capítulo Grisebach lo fundamenta en escritos de Humboldt, Müller, Liebmann,

Galeotti, Heller, Bell, Seeman, quienes sí conocieron el país.

En la mencionada obra *La Végétation du Globe*, al final del capítulo destinado al Dominio Mexicano, Eugène Fournier agregó una extensa nota en la que propone una nueva división de las regiones botánicas de México. Distingue la región litoral, en “donde reina la fiebre amarilla”; la región o zona del bosque tropical, refiriéndose principalmente a la vertiente del Golfo de México y la región o zona de las sabanas. Una cuarta porción, la región o zona templada, la subdivide en varias subregiones, ya que considera que es de las mejor conocidas y mejor representadas en los herbarios e invernaderos. Establece también una quinta zona, de los agaves, caracterizada además, por liliáceas y agaveáceas arborescentes, *Yucca*, *Dasyllirion*, *Furcraea*, junto con cactus; incluye aquí el Valle de México. Para su descripción de San Luis Potosí se basa en las colecciones y datos recabados por Virlet d' Aoust (1877) *Observations sur le système des montagnes d' Anahuac ou de l' Amérique Centrale*. La sexta y última que distingue es la región o zona superior. Es de hacerse notar que este autor tampoco visitó México para sus estudios, por lo que se basó parcialmente en Schiede, 1829–1830, entre otros.

En septiembre de 1879 apareció el primer trabajo sobre botánica de la obra monumental titulada *Biologia Centrali-Americana* y en marzo de 1887, en el apéndice a la misma se publicó el trabajo *Bosquejo de la Geografía y rasgos prominentes de la flora de México* de Hemsley.

En 1887 Ramírez tradujo de la *Biologia Centrali-Americana* la parte correspondiente a México escrita por Hemsley, la cual publicó en *La naturaleza*, como “Bosquejo de la exploración botánica de México”. En 1888, se publica en esta misma revista, el Bosquejo de la Geografía y rasgos principales de la flora de México. Este trabajo es un análisis fitogeográfico en el que se divide al país en norte y sur de México, y se describe parte del ambiente y la flora según zonas altitudinales. Basado en el trabajo de Perry, hace una detallada descripción de los rasgos del ambiente, la vegetación y la florística de la parte colindante entre los Estados Unidos y México, principalmente la cuenca del río Bravo, aunque lo extiende a Chihuahua y Sonora. Para el oeste y algunas partes dentro del norte de México se basa en la obra de Seemann, 1852–1857, quien viajó desde Acapulco hacia el noroeste de Durango, Chihuahua y alcanzó la desembocadura del río Colo-

rado en el Golfo de California. El *Bosquejo...* analiza tanto los ambientes como algunas comunidades vegetales en general, caracterizándolas por las especies de plantas más importantes. Para describir parte de la geografía y los rasgos de la flora del sur de México, Hemsley se basa parcialmente en Richard y Galeotti (1844), los cuales en su monografía sobre las orquídeas mexicanas, dan una discusión general de la vegetación de México y los lugares donde crecen aquellas especies. También se basó en el trabajo de Liebmann, 1842 y 1843, quien viajó desde la costa de Veracruz hasta el Pico de Orizaba, realizó observaciones sobre la distribución de la vegetación y confeccionó una lista de las especies de fanerógamas más conspicuas.

La obra de Drude (1890), *Handbuch der Pflanzengeographie*, que contó con una versión en francés titulada *Manuel de Géographie botanique*, tiene una sección especial sobre la distribución mundial de familias selectas de plantas, otra en la que describe la distribución de ciertos tipos de vegetación a nivel mundial y una parte que trata sobre México y Centro América, dividiéndola en seis zonas.

En 1899, Ramírez, en su libro *Vegetación de México*, después de hacer una recopilación y análisis de las principales clasificaciones, traduce los trabajos sobre los helechos de Martens y Galeotti (*op. cit.*); los de Galeotti (*op. cit.*), sobre las orquídeas y los de Grisebach (*op. cit.*), Fournier (*op. cit.*) y Hemsley (*op. cit.*). En la parte 7 de su libro trata sobre las regiones geográfico botánicas y la parte 8 resalta una introducción en torno a la flora del Valle de México. Estos trabajos fueron publicados en 1898 en los *Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana*.

Ramírez (*op. cit.*), después del análisis y la crítica que hace a los trabajos de los autores mencionados, manifiesta su desacuerdo con las generalizaciones de

estos autores para la climatología del país aunque reconoce la importancia de los datos que proporcionan Grisebach (*op. cit.*) y Hemsley (*op. cit.*), quienes pese a que no estuvieron en México, aportaron información importante sobre su vegetación. Se ha señalado antes que estos datos fueron tomados de otras fuentes. Finalmente Ramírez, fuertemente influenciados por los trabajos de Martens y Galeotti, a juzgar por sus escritos, propone dividir al país desde el punto de vista climático, en tres grandes regiones:

La Caliente, la Templada y la Fría, y con base en la temperatura, la humedad de la atmósfera y el suelo las subdivide. Como él mismo lo afirma, la clasificación de las regiones y sus subdivisiones es esencialmente climatológica. Agrega algunos nombres de especies para las regiones y subregiones, que para él son características y que no habían sido mencionadas antes.

Para este autor la sexta subregión, la muy seca de las llanuras del Norte, la forman las planicies de Chihuahua, norte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas y las que colindan con Estados Unidos, hace notar que “la flora de esta región es la continuación de la de los estados de Texas, Nuevo México y de una porción del territorio de Arizona”. Los botánicos americanos de la Comisión de límites, ya habían consignado esta identidad de las floras, sin embargo Ramírez la puntualiza; mucho después, Rzedowski (1990–1991) se refiere a esta región como Megaméxico 1, resaltando las afinidades florísticas y vegetacionales.

En 1900, Fournier publica *Las zonas botánicas de México*; en esta obra Alfonso Herrera adiciona algunos nombres comunes de las plantas. En vez de la Tierra caliente, Templada y Fría, Fournier (*op. cit.*), destaca cinco zonas: zona litoral, selva tropical, sabana, zona templada y zona del *Agave*, dando una lista de las especies más notables y características.

CUADRO 1. REGIONES BOTÁNICO–GEOGRÁFICAS DE LA VEGETACIÓN DE MÉXICO SEGÚN RAMÍREZ (1899)

<i>Región caliente</i>	Húmeda, del litoral y de los médanos. Muy húmeda, de las tierras bajas y de las vertientes oceánicas.
<i>Región templada</i>	Seca del sur de la Mesa Central. Seca, de las llanuras del Sur. Muy seca de las llanuras centrales. Muy seca de las llanuras del norte.
<i>Región fría</i>	Húmeda de las barrancas. Un poco húmeda, de las cimas de las altas montañas.

Hasta 1900, los esfuerzos para clasificar o enumerar las comunidades vegetales, en una gran proporción quedaron en intentos, pues salvo algunos trabajos regionales como los de Rovirosa para Tabasco (1875–1899), Parry (1862–1882) para el norte y noroeste de México y Seemann (1852–1857) para el noroeste, en la mayor parte de los casos se terminó caracterizando más al ambiente que las comunidades vegetales. En todos los casos se privilegió el factor clima para diferenciar las estaciones (ambientes, lugares) en donde crecen las plantas. Aunque se hicieron referencias a la topografía, al sustrato geológico o al tipo de suelo para caracterizarlos, no es sino a partir de trabajos como el de Harshberger en 1911, sobre un estudio fitogeográfico de Norteamérica, que se proporciona más información sobre la vegetación y la fitogeografía. Este autor realizó una investigación extensa que cubría aspectos de geografía física, clima, fitogeografía, así como de la historia botánica del área. Incluye también datos muy generales sobre la flora y algunas comunidades vegetales de México.

En los trabajos de Ochoterena en 1918, 1919 y el de 1923, se distinguen las regiones geográfico botánicas de México de una forma similar a Martens y Galeotti (*op. cit.*), Galeotti (*op. cit.*), Richard y Galeotti (*op. cit.*) y J. Ramírez (*op. cit.*). En 1921, Sanders publicó un trabajo sobre las regiones naturales de México, en el que considerando a la fisiografía, el clima y la geología, hace una regionalización ecológica muy amplia del territorio nacional, basado en Harshberger (1911), presenta también un mapa de vegetación de México a escala 1:17,500,000 en donde distingue siete grandes unidades de vegetación. Por su parte, la regionalización climática la fundamenta parcialmente en Ochoterena (1919) y para otras regiones se refiere a trabajos de botánicos como Lumholtz (1912) y Nelson (1911).

En 1926, Shelford publicó un estudio desde el punto de vista conservacionista; en cual Nelson y Goldman cubren aspectos generales del clima y de la biota nativa de México, se describen las zonas de vida y se da una lista de plantas por cada una de ellas.

En 1937 Ochoterena publicó *Esquemas biotípicos y Sinecias características de la geografía botánica de México*. De esta obra apareció en 1943 una versión en inglés ligeramente modificada bajo el título de *An outline of the geographic distribution of plants in Mexico*. En estos trabajos se nota un avance con respecto a obras anteriores, pues diferencia las formas de vida o biotipos de las

plantas y su agrupamiento en sinecias, es decir las comunidades vegetales y su relación con las regiones geográfico botánicas; desafortunadamente ya no siguió profundizando en este sentido, pero consideramos que resultó ser uno de los mejores esfuerzos para caracterizar las comunidades vegetales de México.

En 1941 Contreras publicó un *Ensayo de localización de las simorfias vegetales dominantes en la República Mexicana*. Este autor se apoya en el mapa de provincias climatológicas de Thornthwaite, utilizando la nomenclatura de Huguet del Villar, con modificaciones de Cuatrecasas, e intenta reflejar la distribución de la vegetación de México con relación al clima.

Dice, 1943 en su trabajo *The Biotic Provinces of North America*, menciona para cada provincia o zona, además de información sobre su localización, clima y ambiente en general, las formas dominantes de plantas y animales.

En 1943, Vivó publicó *Los límites biogeográficos en América y la zona cultural mesoamericana* en el que anotó los rasgos generales de la vegetación de México, principalmente de las regiones biogeográficas.

Smith y Johnston publicaron en 1945 *A phytogeographic sketch of Latin America*, en el que destacan en un mapa las grandes unidades de vegetación divididas en cinco grupos:

1. Áreas boscosas o selvas
2. Pastizales, sabanas
3. Regiones desérticas y semidesérticas
4. Zonas montañosas
5. Zona montañosa y litoral, etc.

En 1946, Goldman y Moore, en su obra *The biotic provinces of Mexico*, presentan un mapa de las 18 provincias que reconocen y mencionan las especies vegetales dominantes. Por su parte, Leopold publicó en 1950 *Vegetation zones of Mexico*. Posteriormente Macías-Arellano, en 1952, dio a conocer una traducción de este estudio con el nombre de *Zonas de vegetación en México*. Este trabajo es uno de los más importantes sobre la vegetación de nuestro país, aunque sólo se refiere a las unidades de vegetación que mayor superficie ocupan. Divide al territorio nacional en: zona templada y zona tropical. En la primera considera seis unidades de vegetación: el bosque boreal, el bosque de pino-encino, el chaparral, el mezquital, el pastizal y el desierto. La vegetación tropical, por su parte, la subdivide en siete unidades: bosque con nubes, bos-

que lluvioso, bosque tropical siempre verde, sabana, bosque tropical decídúo, bosque espinoso y matorral árido tropical. Acompaña el trabajo con un mapa de vegetación a escala 1: 2,000,000. Consigna la superficie cubierta por cada zona de vegetación en millas cuadradas y el porcentaje que ocupan respecto a la superficie total. Ilustra el trabajo con algunas fotos de la vegetación.

En 1962 Aubreville da a conocer su trabajo *Temas fitogeográficos* (cuadro 1 del anexo), en el que a manera de introducción menciona que, en 1952, el Consejo Científico Africano tomó la iniciativa de reunir un grupo de expertos para pedirles la elaboración de un proyecto de nomenclatura y clasificación de las principales formaciones vegetales del África tropical, para lo cual se reunieron en una reserva conocida como Yangambi, en el ex Congo Belga. Basado en este acuerdo y después de un viaje de tres semanas a zonas de Puebla, Veracruz, la península de Yucatán, Chiapas y Oaxaca, Aubreville presentó un Proyecto de clasificación de las principales formaciones vegetales de México en el marco de una clasificación general de las formaciones vegetales tropicales y subtropicales. Las formaciones vegetales las agrupa por las formas de vida dominantes (con árboles, y a veces con arbustos o con herbáceas, graminoides y subarborescentes) de la siguiente manera:

- A. Formaciones forestales (con árboles dominantes principalmente)
 - I. De bajas y medianas altitudes
 - II. De altas altitudes
 - III. Formaciones edáficas
- B. Formaciones mixtas forestales (con árboles) y gramíneas (o herbáceas o suculentas)
 - I. Bosques claros
 - II. Sabanas boscosas
 - III. Estepas boscosas
- C. Formaciones gramíneas o herbáceas o de vegetales enanos semileñosos
 - I. Sabanas herbosas
 - II. Estepas herbáceas o de suculentos o de vegetales enanos semileñosos
 - III. Formaciones edáficas

Miranda y Hernández-X. publicaron en 1959 *Clasificación de los tipos de vegetación de México, aplicable a los levantamientos forestales*. Este trabajo fue presentado en la segunda Convención Nacional Forestal y se

publicó (mimeografiado) bajo el nombre de *Apuntes de Geobotánica*, en la sección de bióticos: tipos de vegetación. Posteriormente este trabajo, profusamente ilustrado fue publicado en 1963 en el *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, en el que presenta una clave para determinar los tipos de vegetación (formaciones vegetales), distinguiendo 32 unidades y un apéndice para las formaciones con plantas muy esparcidas o para los lugares casi desprovistos de vegetación, como es el caso de las dunas costeras, los desiertos áridos arenosos, los páramos por encima de la vegetación arbórea y los glaciares. Completa el trabajo una lista de los tipos de vegetación más importantes de México (según la clasificación climática de Köppen). Las fotografías que ilustran el trabajo son, en su mayoría, de A. Maya del Instituto de Geografía de la UNAM y un tercio de las 107 que conforman el total, de F. Miranda.

Este trabajo representa un avance muy significativo en el desarrollo de los estudios de vegetación de México, pues al proponer un sistema de clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales, favoreció el desarrollo de los estudios de vegetación propiamente dichos y otros relacionados, como los que posteriormente realizó la Comisión Técnico Consultiva para la definición de los Coeficientes de Agostadero, (COTECOCA 1990), (cuadro 2 del anexo) y la Comisión para el estudio de las Dioscóreas. En este trabajo se conjugó la experiencia que sobre la ecología de la vegetación y la florística habían desarrollado los diversos autores de forma independiente. Cabe mencionar, entre otros, los estudios sobre las palmas oleaginosas de México de Hernández-X. (1947 y 1949) así como su colaboración en los estudios: rancho del Cielo en Tamaulipas (1951), las zonas fitogeográficas del noreste de México (1953), las zonas agrícolas de México (1954), los pastizales del noroeste (1956-1957), las zonas agropecuarias de México (1957-1958), los zacates más importantes para la ganadería en México (1958-1959), los pastizales de Chihuahua (1959) y las zonas agrostológicas de Chihuahua, entre otros.

Por su parte, Miranda, desde su incorporación a la investigación botánico-ecológica de México, fue consolidando poco a poco un amplio conocimiento sobre las comunidades vegetales de México a través del estudio de la flora y la vegetación de diferentes lugares, como lo indican los siguientes artículos: La vegetación al sur de la meseta de Anáhuac (1941); Obser-

vaciones sobre la vegetación de Tapachula (1942); El suroeste del estado de Puebla (1942); Sobre la vegetación y la flora de Acatlán, Pue. (1943); Rasgos de la vegetación en la cuenca del río Balsas (1947); Observaciones botánicas en la región de Tuxtepec (1948); La vegetación de la cuenca Alta del Papaloapan (1948); Características de la vegetación en la porción oriental de México (1950, en colaboración con A. J. Sharp); La selva del Ocote al NE de Ocozocautla, Chis. (1952); *La vegetación de Chiapas* (1952-1953); Un botánico al borde de la selva Lacandona (1953); Vegetación de la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas (1953); Estudios acerca de la vegetación en: *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento* (1959) y Tres estudios botánicos en la selva Lacandona, Chiapas, México, junto con Arturo Gómez Pompa (1961).

Este profundo conocimiento de la flora, la vegetación y los rasgos ecológicos se conjuntaron para concretar el trabajo sobre los tipos de vegetación. Dicho estudio presenta una clave para determinar los tipos de vegetación (formaciones vegetales), distinguiendo 32 unidades y un apéndice para las formaciones con plantas muy esparcidas como son: dunas costeras, desiertos áridos arenosos, páramos por encima de la vegetación arbórea y glaciares. Completa el trabajo una lista de los tipos de vegetación más importantes de México y climas en que se encuentran, según la clasificación climática de Köppen, justo es reconocer que la información climática de México y su relación con la vegetación, la aportó principalmente la Maestra Enriqueta García Amaro (cuadro 3 del anexo). (Para mayores detalles sobre los trabajos antes citados véase Langman, 1964).

En 1964, Wagner, en su artículo *Natural vegetation of Middle America*, propone una clasificación genética-ecológica para distinguir las asociaciones vegetales y sugiere siete grandes unidades de vegetación para México y América Central.

Gómez Pompa publicó en 1965 *La vegetación de México* en el *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, para lo cual se basó fundamentalmente en Miranda y Hernández-X. (1963). En este análisis agrupa las comunidades vegetales en tipos de vegetación de zonas con clima templado y frío (pinos, encinares, bosque de *Abies*, bosque caducifolio), zonas con clima árido o semiárido (mezquites, matorral no espinoso, matorral espinoso con espinas terminales, matorral alto suberme, nopales, asociaciones de rosetófilos espinosos, etc.); pastizales y zacatonales,

comunidades dominadas por diferentes especies de gramíneas (zacates), tanto de clima árido como semiárido y aun frío, y distingue también los pastizales edáficos (halófilos y gipsófilos) incluyendo las sabanas. Según este mismo autor, los tipos de vegetación en zonas con clima cálido y subcálido varían desde matorrales espinosos hasta las selvas altas siempre verdes. Caracteriza los palmars y las sabanas y de otras comunidades vegetales menos conocidas y destaca la necesidad de hacer estudios sobre los manglares, las dunas costeras y los páramos de altura, entre otros.

Scheinvar y Tamayo en 1966, en su *Discusión de una carta base para el estudio de las provincias biogeográficas de México* realizaron un estudio cronológico de recopilación bibliográfica sobre la división de México en provincias fitogeográficas y zoogeográficas, como antecedente para la preparación de una carta biogeográfica de la República Mexicana. Como resultado proponen *Un esbozo de una carta de las provincias biogeográficas de México*.

Por otra parte, desde 1968, la COTECOCA, fundada en enero de 1966, comenzó a editar las memorias sobre coeficientes de agostadero de la República Mexicana, comenzando con Coahuila, agrupando los tipos de vegetación de acuerdo con Miranda y Hernández-X (1963). Para cada estado de la República separaron los tipos de vegetación en climáticos y edáficos y los subdividen por su potencial forrajero; hacen descripciones climáticas, *sensu* Köppen, descripciones ecológicas de los sitios (topografía, geología, suelos, uso de suelo, etc. Cada memoria viene acompañada de perfiles diagramáticos de la vegetación y mapas elaborados a escala 1:500,000 ó 1:1,000,000, con lo que cubrieron prácticamente toda el territorio nacional.

Cabe hacer mención que la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP 1970); la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL); la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL), junto con la Dirección General de Geografía y la Dirección General de Estadística de la Secretaría de Economía dieron forma a la Coordinación Nacional de Información Estadística y Geografía. Ésta, a su vez, dio origen al actual Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Es de destacar también, que la carta de uso de suelo a escala 1:50,000 que produjo este Instituto logró cubrir aproximadamente el 35% de la superficie del país; existiendo cobertura nacional en sus versiones a escala 1:250,000 y 1:1,000,000, en dos series. En las guías

para la interpretación de las cartas de uso del suelo, editadas en 1978, se describen los tipos de vegetación y aspectos agrícolas que se delimitan en la cartografía. Desde 1998 existen publicados los diccionarios de datos de uso del suelo y vegetación, y puestos en la página del INEGI en internet en 2001, donde se detallan los aspectos referentes a la vegetación natural y a la inducida con su descripción genérica.

Por otra parte, Flores Mata, Jiménez López, Madrigal Sánchez, Moncayo Ruiz y Takaki Takaki (1971) (Madrigal Sánchez y Takaki Takaki, preclaros alumnos de J. Rzedowski), publicaron el *Mapa y descripción de los tipos de vegetación de la República Mexicana*, con representaciones a escala 1:2,000,000. Estos autores diferenciaron 25 tipos de vegetación, describiendo su fisonomía y distribución, anotaron la superficie que ocupan en el país presentando una clave para su identificación, con una diagnosis con fotos para la mayoría de los casos. Aunque algunas comunidades estuvieron representadas sin tener un buen apoyo de trabajo de campo, significó un gran esfuerzo y representa un avance sustancial en el conocimiento y la cartografía de la vegetación del país. Completan el trabajo con una síntesis comparativa de los tipos de vegetación del territorio nacional.

En 1974, González Quintero publicó un artículo denominado Tipos de vegetación de México en la obra *El escenario geográfico. Recursos naturales* dentro de la serie *México: Panorama histórico y cultural* del Instituto Nacional de Antropología e Historia (cuadro 4 del anexo). Para denominar las comunidades vegetales se vale de tres términos, uno que refleja la estructura, otro el medio ambiente y el tercero que se refiere a un carácter peculiar de la fisonomía de los dominantes. Su propuesta es consistente y novedosa. Con base en Leopold (1950) y Sarukhán (1968), presenta un mapa sobre los tipos de vegetación de México, sin mencionar la escala.

En 1978, Rzedowski publicó *Vegetación de México*, con la parte correspondiente a la vegetación litoral marina a cargo de Laura Huerta M. (cuadro 5 del anexo). Esta obra representa hasta hoy el trabajo más extenso e integrado del conocimiento de la vegetación de nuestro país. Un capítulo muy importante es el relativo a la fitogeografía de México, que incluye un mapa de las provincias florísticas de esta nación, distinguiendo dos reinos y cuatro regiones.

En cuanto a la vegetación, diferenció diez grandes unidades, aunque cartográficamente sólo representa

nueve (cuadro 6 del anexo). Estas unidades o tipos de vegetación constituyen comunidades bióticas estables en función de los factores del medio físico donde viven, es decir, comunidades clímax, al menos en algunas partes del país, aunque acepta que algunas comunidades reconocidas son francamente secundarias.

Adoptando una actitud conservadora, procuró definir de tal manera los tipos de vegetación que se facilitara su cartografía y que las categorías distinguidas, tanto por su distribución como por su nombre, pudieran compararse fácilmente con unidades de vegetación descritas de otras partes del mundo. Completó su trabajo con un cuadro de equivalencias aproximadas entre los tipos de vegetación distinguidos por él y los que definen otros autores.

Finalmente, Rzedowski (1978: 154) señalaba: “La elaboración de una nueva clasificación de la vegetación de México no figura entre los objetivos inmediatos de quien escribe, y en su opinión más vale esperar para hacerlo hasta que nuevas y más profundas aportaciones permitan abordar el problema al nivel más apropiado y ofrecer así un cuadro realmente satisfactorio para todo tipo de usuarios.” Pese a esta afirmación, este trabajo es la obra más completa y documentada sobre la vegetación de México y resulta una consulta obligada para todos aquellos interesados en el tema.

En 1978, González-Medrano, en la Mesa redonda sobre nomenclatura y caracterización de los tipos de vegetación en México, organizada por Gómez-Pompa y González-Medrano en el VII Congreso Mexicano de Botánica, presentó un trabajo sobre análisis crítico de las clasificaciones de la vegetación de México, en el que resalta las inconsistencias en la nomenclatura y la clasificación de la vegetación.

Por su parte, Balduzzi y Tomaseli, 1978-1979, en su *Carta fisionomico-strutturale della vegetazione del Messico* describen los principales tipos de vegetación de acuerdo con observaciones personales, representándolos en un mapa a la escala de 1:4,000,000. Revisaron la mayor parte de la bibliografía relacionada con el tema desde fines del siglo pasado hasta 1978-1979; diferenciaron 21 tipos principales de vegetación y 10 subtipos conforme a sus características fisionómicas y estructurales y con criterios bioclimáticos; también indicaron las principales especies que los componen así como su distribución.

En el año 2000, Palacio-Prieto, Bocco, González-Medrano *et al.* publicaron en el *Boletín del Instituto de*

Geografía de la UNAM una nota técnica sobre investigaciones geográficas relativas a la condición actual de los recursos forestales en México, resultado del *Inventario Nacional Forestal 2000-2001*. Como productos de esta investigación se obtuvieron 121 mapas de la cobertura vegetal y uso del suelo a escala 1:250,000 y 121 espaciomapas, todos en formato digital e impresos, así como datos de superficies forestales y otras cubiertas a varios niveles de agregación. En este trabajo se incluyen datos sobre las formaciones vegetales, la superficie que ocupan en el país y sus porcentajes así como la superficie total y relativa de los tipos de vegetación y usos de suelo incluidos en el *Inventario Nacional Forestal 2000-2001*. El trabajo se completa con un mapa de las formaciones vegetales a escala 1:250,000.

González-Medrano y Trejo Vázquez presentaron en octubre de 2001, en el Simposio Nomenclatura de los tipos de vegetación de México, dentro del XV Congreso Mexicano de Botánica, el trabajo Problemas y perspectivas para la clasificación de la vegetación de México y, finalmente, González-Medrano, en 2002, dio a conocer en la Reunión de expertos en vegetación en América Latina, en Quito, Ecuador, el trabajo *Una propuesta para la unificación (estandarización) de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México*.

De este análisis general del conocimiento sobre la vegetación de México y sus unidades se resaltan algunos aspectos a considerar para el trabajo de clasificación que se propone a continuación:

- . En muchos de los trabajos, lo que se clasifica y se nombra, son rasgos del ambiente, del clima o del hábitat, más que de la vegetación misma.
- . Otros trabajos se refieren más bien a aspectos fitogeográficos y/o florísticos.
- . Existe confusión en la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales.
- . En la mayoría de los trabajos consultados existe una inconsistencia en cuanto a los criterios empleados para diferenciar, clasificar y nominar las unidades de vegetación reconocidas.
- . Parte de estos problemas está determinada por el nivel de conocimiento en campo de las unidades de vegetación que, generalmente, es limitado, ya se trate de tipos de vegetación, formaciones, asociaciones, etc. Si no se pueden definir en campo las comunidades vegetales difícilmente se pueden delimitar y clasificar para fines cartográficos.

II. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE MÉXICO Y SU CORRELACIÓN CON LA CLASIFICACIÓN Y LA NOMENCLATURA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES

1. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE MÉXICO

La posición latitudinal que el territorio mexicano ha tenido a lo largo de su evolución, los procesos de orogenia y vulcanismo, el intemperismo y otros factores modeladores del paisaje, han hecho que nuestro país tenga una gran diversidad de ambientes, lo cual se refleja en la biota que se desarrolla en su territorio.

Con el objetivo de hacer una caracterización ambiental de México que sirva como marco de referencia para ubicar a las comunidades vegetales, correlacionando su clasificación y nomenclatura con los rasgos ambientales, a continuación se destacarán las provincias fisiográficas y sus caracteres geológicos, los tipos de suelos, la variedad de climas y su correlación con las comunidades vegetales.

A. LA GEOLOGÍA Y LAS PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS DE MÉXICO

ASPECTOS GEOLÓGICOS

La gran diversidad de formas que presenta el relieve de México, hace que sea uno de los países del mundo con mayor diversidad topográfica y geológica. Así, la diversidad topográfica influye en las características climáticas, el tipo de suelo y la vida silvestre que sustenta.

Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse agrupando regiones que tengan un

mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geoformas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas. En México se han reconocido 15 de estas provincias. Según los *Datos básicos de la geografía de México* (INEGI 1991) éstas son:

1. Península de la Baja California
2. Llanura Sonorense
3. Sierra Madre Occidental
4. Sierras y Llanuras del Norte
5. Sierra Madre Oriental
6. Grandes Llanuras de Norteamérica
7. Llanura Costera del Pacífico
8. Llanura Costera del Golfo Norte
9. Mesa del Centro
10. Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico
11. Península de Yucatán
12. Sierra Madre del Sur
13. Llanura Costera del Golfo Sur
14. Sierra de Chiapas y Oaxaca
15. Cordillera Centroamericana.

1. Península de la Baja California

Políticamente esta provincia fisiográfica ocupa los estados de Baja California y Baja California Sur. En la porción norte destaca la Sierra de San Pedro Mártir, con alturas que sobrepasan los 3,000 m (La En-

cantada, 3,100 msnm). En Baja California Sur descuellla la cordillera de origen volcánico, conocida como Sierra de la Giganta. En esta provincia se localizan tres discontinuidades fisiográficas: el Desierto de Sebastián Vizcaíno, con amplios llanos y médanos que se interrumpen hacia el oeste por la sierra volcánica del mismo nombre; los Llanos de Magdalena, región con bajos y bolsones, que se inundan durante la época de lluvias y cuya costa arenosa se ve interrumpida por el desarrollo de lagunas (varias de ellas comunicadas con el mar) y la Región del Cabo con serranías de granito.

2. Llanura sonorenses

La mayor parte de esta llanura se localiza en el estado de Sonora. Consta de una serie de sierras paralelas con una orientación nor-noroeste a sur-sureste, separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras extensas, que se van ampliando hacia la costa. Los ríos Sonoyta y Concepción son intermitentes y se originan dentro de esta provincia. Aunque la mayor parte de la cuenca del río Colorado se ubica en los EE.UU., forma un gran delta en su desembocadura en el Golfo de California. Al oriente de este río se localiza una extensa zona de dunas, casi desprovistas de vegetación, que llegan hasta la Sierra del Pinacate, que con sus cráteres, mesetas de lava y su gran volcán El Pinacate que alcanza los 1,600 m sobre el nivel del mar, integran una discontinuidad fisiográfica en esta provincia.

3. Sierra Madre Occidental

Ocupa parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit y Zacatecas. Se inicia en el área fronteriza con Arizona, EE.UU. y termina en el río Santiago en Nayarit, en donde se conecta con el Eje Volcánico Transversal. Constituye un importante sistema montañoso, de origen ígneo, volcánico en su mayor parte; la sierra se levanta hasta los 3,000 msnm con una región escarpada orientada al occidente; hacia el oriente la sierra desciende a una región con grandes mesetas. Las condiciones geológicas y fisiográficas tan peculiares de esta sierra han propiciado la formación de cañones profundos sobre su vertiente occidental, entre los que destaca el cañón del Cobre, labrado por el río Urique y sus afluentes.

4. Sierras y Llanuras del Norte

Estas sierras ocupan parte de los estados de Chihuahua y Coahuila. Esta provincia enclavada en un ambiente árido y semiárido, se extiende hasta parte de los EE.UU. Sus sierras bajas y abruptas quedan separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras; son frecuentes las cuencas endorreicas o bolsones, algunos de ellos salinos, a veces con desarrollo de lagos temporales. En esta provincia se localiza una parte de la cuenca del río Conchos, afluente del Bravo, y en su centro, el Bolsón de Mapimí. A 50 km al sur de Ciudad Juárez encontramos uno de los campos de dunas (de arena) más extensos del país, el de Samalayuca. Al sur de esta provincia se extiende la Laguna de Mayrán o Bolsón de Coahuila y más al sur se continúa la antigua región lacustre de los bolsones de Viesca así como una pequeña zona de dunas, la de Bilbao.

5. Sierra Madre Oriental

Esta provincia ocupa parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Querétaro, Tamaulipas, Hidalgo, Puebla y Veracruz. Sus montañas están constituidas por rocas sedimentarias de origen marino, calizas y lutitas, principalmente de la era mesozoica; los estratos de estas rocas están doblados a manera de grandes pliegues que forman una sucesión de crestas alternadas con bajos; las cumbres oscilan entre los 2,000 y 3,000 m. Al oeste de Ciudad Victoria existen ventanas erosionables que permiten observar los afloramientos de rocas más antiguas de esta provincia: rocas metamórficas como gneises y esquistos del Precámbrico y del Paleozoico que constituyen el basamento de la sierra.

6. Grandes Llanuras de Norteamérica

Esta provincia se distribuye en parte de los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Se extiende hasta Canadá y se desarrolla en su mayor parte en los EE.UU. Presenta una alternancia de llanuras y lomeríos compuestos por rocas sedimentarias del Terciario que no han sido plegadas fuertemente, por lo que muestran un relieve suave, semejante a una penillanura. En algunas localidades afloran cuerpos intrusivos (Burgos, Tamaulipas). A principios del Terciario hubo un fuerte depósito de sedimentos transportado por los ríos en la llamada cuenca de Burgos, lo que origi-

nó la regresión marina hacia el oriente, que continua hasta hoy; así, las rocas más antiguas están depositadas al occidente y los depósitos más recientes al oriente. Las rocas más importantes son lutitas y areniscas.

7. Llanura costera del Pacífico

Esta provincia se localiza en parte de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Es una llanura costera angosta y alargada, cubierta en su mayor parte por materiales depositados por los ríos, es decir aluviones, que bajan hasta el mar desde la Sierra Madre Occidental. Los ríos forman deltas en sus desembocaduras, como los de los ríos Yaqui, Fuerte y Grande de Santiago. Hacia la costa se han desarrollado algunas lagunas y albuferas.

8. Llanura costera del Golfo Norte

Se distribuye en parte de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Nuevo León. Esta provincia se comparte con los EE.UU.; dentro del territorio mexicano se ensancha hacia el norte a lo largo del río Bravo. Presenta las características de una costa emergida y se ve interrumpida por algunas sierras aisladas como la de Tamaulipas, de San Carlos y Cruillas, la Serranía del Burro, etc. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras. Existen lagunas costeras, siendo las mayores: la Laguna Madre, la Laguna de Catemaco y la Laguna de San Andrés. La mayor parte de las rocas son sedimentarias, calizas y lutitas cretácicas en las Sierras de San Carlos y de Tamaulipas; calizas terciarias y lutitas depositadas al noreste de Tamaulipas (cuenca de Burgos) y otras al sudeste (cuenca de Tampico-Misantla). En esta provincia es posible encontrar intrusiones de rocas ígneas ácidas e intermedias, rocas de origen volcánico y básicas, del Terciario al Cuaternario, distribuidas al norte de Tamaulipas y cerca de Ciudad Mante.

9. Mesa del Centro

Localizada en parte de los estados de San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro y Zacatecas, entre las sierras Madre Occidental, Madre Oriental y al norte del Eje Volcánico Transversal. Las atraviesa un río importante, el Lerma. Está constituida por amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, la mayoría de naturaleza volcánica. Las llanu-

ras más extensas se localizan en la zona de los Llanos de Ojuelos, en tanto que en la zona de los Altos de Guanajuato, las llanuras son menos extensas y las sierras más frecuentes. Se presentan dos discontinuidades fisiográficas: la sierra de Guanajuato, con una serie de valles paralelos orientados al sudeste y la sierra Cuatralba, de mesetas de lava escalonadas.

10. Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico

Se distribuye en la porción central del país más o menos en el paralelo 19° N. En parte de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Veracruz y el D. F. Esta provincia se extiende de oeste a este desde el océano Pacífico hasta el Golfo de México y se considera como una enorme masa de rocas volcánicas, derrames de lava y otras manifestaciones ígneas de la era Cenozoica. En esta provincia se encuentran los grandes volcanes de México, como el Pico de Orizaba (5,610 msnm), Popocatepetl (5,465 msnm), Iztaccíhuatl (5,230 msnm), Nevado de Toluca (4,680 msnm), Nevado de Colima (4,240 msnm) y volcán de Colima o de Fuego (3,838 msnm).

Resultan características de esta provincia las amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos como los de Pátzcuaro y Zirahuén, o los depósitos de lagos antiguos, como los de la cuenca endorreica del llamado Valle de México, o bien la presencia de cuencas hundidas como la de Chapala convertida en la actualidad en un lago.

11. Península de Yucatán

Localizada en los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, es, en términos estrictamente fisiográficos, una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul. En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y uvalas que muestran la red de drenaje subterráneo.

En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y

en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo. En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán.

Un rasgo topográfico característico de la Península son las “aguadas”, lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas. En otros casos, el hundimiento de la bóveda de las cavernas no llega al nivel de circulación de las aguas subterráneas formándose un tipo de dolina (cenote), cuyo fondo se va rellenando de suelo rojizo; estos hundimientos en forma de embudo y sin agua en el fondo reciben el nombre de “joyas” (hoyas).

12. Sierra Madre del Sur

Comprende parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Es una sierra muy compleja, que presenta montañas formadas por rocas de diversos tipos, con predominancia de rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias. La Sierra Madre del Sur tiene como basamento rocas cristalinas y metamórficas, calizas plegadas y otros sedimentos así como lavas e intrusiones.

Al norte de esta sierra se localiza la gran depresión del Balsas y la región de los valles de Oaxaca. Constituye el parteaguas de la vertiente del Golfo y del Pacífico. Al norte queda limitada por el Eje Volcánico Transversal y al este con el Istmo de Tehuantepec.

13. Llanura costera del Golfo Sur

Abarca las regiones costeras de Veracruz y Tabasco. Localizada en la parte baja de la vertiente de la Sierra Madre Oriental, abundan suelos profundos formados por materiales depositados por los ríos, pues en esta región desembocan algunos de los más caudalosos de México, como el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. Al norte de Chiapas y al oriente de Tabasco se tienen grandes zonas inundables con abundancia de pantanos permanentes. La sierra de los Tuxtlas, de origen volcánico, interrumpe el paisaje de esta provincia sobre la costa. Es de destacar también el lago de Catemaco, enorme caldera volcánica.

14. Sierra de Chiapas y Oaxaca

Se extiende por la parte norte de Chiapas y sur de Tabasco. Incluye las sierras del noroeste y noreste de Chiapas, así como la altiplanicie al sur del estado. Dichas sierras están integradas por rocas calizas similares a las de la Sierra Madre Oriental. Al noroeste se localiza el imponente Cañón del Sumidero por donde fluye el río Grijalva y al centro-sur de la provincia se encuentra la Depresión central de Chiapas, en donde está la presa de la Angostura.

15. Cordillera centroamericana

Ocupa parte de Chiapas y Oaxaca. Aunque abarca principalmente los países septentrionales de la América Central, esta provincia tiene una importante extensión en México: es una cadena montañosa formada por un antiguo batolito cuya edad varía del Paleozoico inferior al medio; con elevaciones de 900 a 2,900 msnm, altura que se alcanza en las inmediaciones del volcán de Tacaná (4,117 m) formado por rocas ígneas (extrusivas y andesitas). La porción superior de las rocas del basamento está cubierta por rocas de diferentes edades, que varían desde cuarsitas del Paleozoico medio (sur de Tehuantepec) hasta calizas cretácicas (entre La Concordia y Cintalapa, Chiapas). Al sureste de Tuxtla Gutiérrez, la porción de la Planicie costera de Chiapas está recubierta por aluviones recientes y es posible encontrar afloramientos aislados de gneis, mármol y esquists, que han sido intrusionados por rocas graníticas más recientes y cubiertas en parte por rocas volcánicas del terciario superior. Hacia la costa destacan discontinuidades dadas por albuferas (lagunas costeras separadas del mar por una barra).

B. EL FACTOR CLIMA

GENERALIDADES

El clima de México, como el de otras partes del mundo, está determinado por diferentes factores, como la latitud geográfica, la altitud con respecto al nivel del mar, la distribución y la proporción de tierras y mares así como por diversas condiciones atmosféricas, como la temperatura, la precipitación, la presión y la nubosidad, entre otras.

El Trópico de Cáncer (paralelo 23° 27') de latitud norte, divide a nuestro país en dos partes casi iguales;

esta línea imaginaria que cruza los estados de Baja California Sur, Sinaloa, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Tamaulipas, deja la mitad sur del territorio nacional dentro de una zona climática tropical y al norte como subtropical (INEGI 1991).

La presencia de ambas cuencas oceánicas, por su acción amortiguante marítima, propician invasiones considerables de masas de aire húmedo que penetran al país procedentes del Golfo de México y del Océano Pacífico, lo que contribuye a la presencia de un clima en gran medida isothermal, y salva al país de los efectos de continentalidad, los cuales consisten en enfriamientos y calentamientos excesivos en invierno y en verano, respectivamente.

Lo anterior hace que nuestro país cuente con una uniformidad termal relativa a lo largo del año; por esto las diferencias entre las estaciones frías y cálidas del año no resultan muy extremosas, especialmente en las regiones del centro y sur del país, y sólo en el norte de la República estas variaciones en los factores del clima son evidentes, por ejemplo en el Norte de Chihuahua (Ciudad Juárez).

En México están representados los grupos de climas A, B y C de Köppen. El clima E se encuentra sólo en áreas muy reducidas. En un país tropical como el nuestro, los climas D o boreales, *sensu* Köppen, no existen (García Amaro 1964).

GRUPOS DE CLIMAS

Grupos de climas A (tropicales lluviosos, con temperatura media del mes más frío mayor de 18 °C)

Los climas A se extienden a lo largo de las vertientes de ambos mares. En la costa del Pacífico se distribuyen desde el paralelo 24° norte hacia el sur y abarcan desde el nivel del mar hasta una altitud de unos 800 a 1,000 m.

Por el lado del Golfo de México comprenden desde el paralelo 23° latitud norte, hacia el sur a lo largo de la Llanura Costera, de la base de los declives correspondientes de la Sierra Madre Oriental, y de las montañas del norte de Chiapas. Se encuentran también en la mayor parte de la Península de Yucatán así como en algunas zonas interiores como la Cuenca del Balsas y la Depresión central de Chiapas, en donde se extiende hasta una altitud de 1,300 msnm.

Grupos de climas B (secos)

Debido a la situación de la República Mexicana en la zona de alta presión y aires descendentes y a la orientación general de sus amplias sierras en relación con los mares, existen en nuestro país, especialmente en su porción septentrional, amplias regiones con climas áridos Bw o Bs. Los Bw se localizan en la parte norte de la Altiplanicie mexicana, a altitudes menores a los 1,500 m así como en parte de la Llanura costera del Pacífico, situada al norte del paralelo 25° norte y en las zonas costeras de la Península de Baja California, exceptuando el noroeste, en donde el clima es BS.

Los climas BS se encuentran bordeando a los BW, en la parte norte de la Altiplanicie así como en los declives de la Sierra Madre Occidental, que se elevan de la Llanura Costera del Pacífico al norte del paralelo 23° norte, y en la porción central y noroeste de la península de Baja California. Se extienden también en las zonas interiores del centro y sur del país, que se encuentran menos expuestas a la influencia de los vientos húmedos del mar, como sucede en algunas porciones de la parte sur de la Altiplanicie, en las partes más bajas de la cuenca del Balsas, y las cuencas más altas de los ríos Verde, Mixteco, Tlapaneco, Papaloapan y Tehuantepec.

Grupo de climas C (templados lluviosos, con temperatura media del mes más frío entre -3 °C y 18 °C y la del mes más caliente mayor de 10 °C).

Existen en México, amplias zonas con clima C que se localizan en las zonas montañosas o llanuras de altitud superior a 800-1,000 msnm, en lugares en donde la temperatura media de un mes desciende, por lo menos, por debajo de 18 °C. Los límites entre estos climas y los climas A, B o E, dependen de la altitud, de la latitud y de la exposición a los vientos húmedos. En aquellas zonas que se encuentran directamente expuestas a la influencia de vientos húmedos, la transición es de climas calientes húmedos A, a climas C; en cambio, en las zonas menos expuestas a dichos vientos, la transición es de climas secos B a climas C.

Climas E (fríos, con temperaturas medias del mes más caliente menores a 10 °C) Los climas E en México se encuentran reducidos a las partes más

altas del Eje Volcánico, en donde la temperatura media del mes más caliente, debido al aumento en altitud, descende por debajo de 10 °C.

C. EL FACTOR SUELO

GENERALIDADES

La parte exterior de la corteza terrestre en contacto con la atmósfera está constituida por una capa más o menos gruesa de material fragmentario no consolidado que se conoce con el nombre de “regolita” y que se apoya en la roca subyacente. El suelo es la parte exterior de la corteza terrestre en donde las rocas se han desintegrado por efecto del intemperismo, formando una cubierta en la que vive una micobiota, una flora y una fauna microbianas que, actuando como un verdadero laboratorio, transforman materia mineral en alimento de las plantas, para que puedan ser utilizadas posteriormente por los animales y los seres humanos. Es decir, el suelo es el recurso natural que, unido al agua en forma de lluvia o corrientes, permite el establecimiento de las actividades forestales, ganaderas y agrícolas. Así, el suelo se interpreta como el resultado de la interacción del clima, la roca madre, el drenaje, la topografía, los microorganismos y la vegetación a lo largo del tiempo.

Los suelos zonales son los formados bajo influencias de carácter general que predominan en una provincia climatológica o zona con un mismo clima. Los suelos intrazonales son los que resultan del predominio de las fuerzas locales sobre las características generales y que se muestran como excepción dentro del panorama general de la provincia climática; generalmente su área de distribución es limitada. Un factor local, por ejemplo un drenaje insuficiente, puede interferir en el proceso general de intemperización, produciendo suelos muy particulares como los salitrosos en los climas secos y los pantanosos en los húmedos.

Los suelos maduros son aquellos que tienen características bien marcadas, desarrolladas por el clima y la vegetación, así como por la influencia del declive y la roca madre. Resultan diferentes a los suelos jóvenes, llamados azonales, en los que estas características no han tenido el tiempo de desarrollarse y que son consecuencia de la erosión, la sedimentación y la acumulación de los productos de las actividades volcánicas. Encontramos ejemplos de ello en las vegas o

zonas inundables, en las dunas móviles, los aluviones recientes y en los suelos llamados litosoles o suelos de rocas, y en general en aquellos formados por materiales geológicos aún no consolidados.

Los suelos minerales proceden de la desintegración y descomposición de rocas, a diferencia de los orgánicos, que se han producido por la degradación y acumulación de restos vegetales.

Los suelos primarios son los que tienen su origen sobre la roca madre, como los litosoles, pero si fueron arrancados de su sitio y transportados lejos de su lugar de origen para posteriormente ser intemperizados, se conocen como suelos secundarios, y constituyen la mayoría de los que existen sobre la superficie de nuestro planeta.

Los suelos coluviales son aquellos cuyo material fue arrastrado por gravedad. Los aluviales o de aluvión, son los que su material fue arrastrado por el agua. Son eólicos si la fuerza del viento los hizo moverse y glaciares cuando el material rocoso fue transportado y depositado por un glaciar.

PROCESOS EDAFOLÓGICOS

Los agentes climáticos son predominantes como formadores de los suelos, así la correlación del clima, la vegetación y el suelo ha permitido conocer parte de los procesos edafológicos y los grandes grupos de suelos a que han dado lugar, así como su correlación con el clima y las condiciones bajo las que se han formado. Se aceptan como fundamentales siete procesos edafológicos, que se describen a continuación:

1. Laterización. Es un proceso de intemperización intenso producido bajo un clima con grandes precipitaciones pluviales, temperaturas elevadas y condiciones de fácil drenaje. Este proceso da lugar a los grandes grupos de suelos llamados lateríticos.

Los suelos de lateritas son suelos rojos, porosos, ricos en hierro, que se endurecen al orearse. Se piensa que existen en la Planicie costera del Pacífico asociados a vegetación de selvas medianas a altas.

Los suelos lateríticos se forman en las áreas tropicales, bajo climas cálidos en los que se alterna la sequía y la humedad. Se desarrollan a partir de rocas básicas, un drenaje fácil, procesos que normalmente requieren de mucho tiempo para desarrollarse. Finalmente, se forman los típicos lateríticos, suelos rojos y los migajones rojos, localizados en regiones húmedas de climas calientes, en la Planicie costera del Golfo,

en la región veracruzana hacia los Tuxtlas; al norte de la Sierra de Juárez, Oaxaca y en pequeñas áreas de la Planicie costera del Sureste, asociados a vegetación de selvas altas y medianas.

Los suelos de terrarrosa se derivan de calizas que tienen semejanza con los migajones rojos de los trópicos; la caliza, al intemperizarse, tiene un drenaje fácil y una erosión moderada o ligera. Presenta dos tipos de suelos: negros, café grisáceos o negro grisáceo y los rojos o café rojizo. A los suelos negros calizos y margosos de los climas tropicales se les conoce como rendzinas, comunes en áreas montañosas de Chiapas, en la Sierra Madre Oriental, cerca de Xalapa, en Zongolica y en la Sierra de Juárez en Oaxaca. Están frecuentemente asociados a los bosques caducifolios o bosques mesófilos de montaña.

Los suelos de color rojo o café rojizo, que están formados por arcillas saturadas incompletamente con óxidos libres, resultado de un proceso de laterización, comprenden suelos calizos café y rojizos de los climas templados y suelos rojos de los trópicos, que son conocidos con el nombre de terrarrosa. Han sido estudiados en el noreste de Yucatán, asociados a las selvas bajas caducifolias o bosques tropicales caducifolios. También se han encontrado estos tipos de suelos en el sur de Tabasco y Campeche asociados a selvas medianas o a bosques tropicales subperennifolios.

Los suelos amarillos lateríticos forman un grupo mal definido que puede encontrarse en los trópicos y más frecuentemente en los climas semicálidos y templados. Se consideran suelos de transición entre los suelos rojos tropicales y los café forestales y que se asocian con frecuencia a una vegetación de coníferas.

2. Podzolización. Es un proceso de lixiviación completa de las sales alcalinas y alcalinotérreas, favorecido por una humedad abundante y fácil drenaje. Los suelos se acidifican, retienen el sílice pero el humus y los sesquióxidos de hierro y de aluminio son arrastrados, quedando el horizonte superior blanquecino y pobre de otros materiales. También se desarrolla un horizonte inferior de acumulación oscuro, rico en humus y sesquióxidos, característico de las regiones bien drenadas de los climas fríos y húmedos. Se asocian con vegetación de coníferas y bosque de encino o mixtos de pino-encino. El proceso de podzolización da lugar a tres grupos de suelos: los suelos café forestales, los podzoles y los suelos de pradera.

3. Calcificación. Proceso de lixiviación incompleto, con un horizonte de acumulación de carbonato de

calcio en el perfil del suelo. El clima seco o árido bajo el cual se desarrolla no permite que la lluvia pueda arrastrar los carbonatos de calcio hasta debajo del subsuelo. Generalmente se vinculan con vegetación natural de matorral xerófilo y de pastizal. Son suelos de clima con humedad deficiente, donde el suelo no se acidifica y los coloides no se dispersan.

La capa superficial u horizonte A es bastante rica en materia orgánica. Se les ha dividido en: suelos negros o chernozem; suelos castaños o chesnut; suelos semidesérticos café grisáceos, también llamados sierozem y suelos desérticos grises y rojos.

Las rendzinas son suelos inmaduros cuyo perfil se ha definido por la naturaleza de la roca madre de origen calizo. Dentro de esta denominación se encierra a los suelos calizos grises y blancos de los climas templados y los negros calizos y margosos de los trópicos. La vegetación natural con la que se asocia varía según el clima, incluyendo matorrales xerófilos, bosques de coníferas y encinos y aun selvas o bosques tropicales.

4. Salinización. Es la acumulación de sales solubles en el perfil del suelo, tanto cloruros y sulfatos de sodio, de potasio, de calcio de magnesio y de algunas otras sales. En todo proceso de intemperización estas sales, con un buen drenaje, son eliminadas mediante el escurrimiento subterráneo cuando hay lluvia abundante o por infiltración se concentran en la masa del suelo; si el drenaje es deficiente, las sales solubles formadas en el propio suelo y las transportadas, son parcialmente eliminadas o no se eliminan y si el manto freático es, además, poco profundo, el proceso de evaporación se presenta muy intenso en las capas superiores produciendo la concentración de las sales en las capas superficiales del perfil.

La desecación de lagunas o marismas también produce elevadas concentraciones de sales, como la ocurrida en las lagunas de Mayrán y Viesca, en Coahuila, o en el Vaso de Texcoco. La salinización da origen a los suelos salitrosos, también llamados solonchak, que se caracterizan por un exceso de cloruros y sulfato de sodio. Los suelos ensalitrados tienen un perfil uniforme sin horizontes, ni estructuras definidas, debido a la floculación de las arcillas; en la temporada de secas aparecen manchas blanquecinas formadas por las sales concentradas; al llover o regar, las sales concentradas en la superficie se disuelven y son arrastradas temporalmente al subsuelo. La vegetación que sustenta varía de hierbas anuales a perennes halófilas y a pastizales salinos.



5. *Solonización*. Es el proceso de transformación de sales de salitre en carbonato de sodio y, en general, en carbonatos que tienen una reacción alcalina concentrada. En México, se les conoce regionalmente como álcali negro o tequesquite. Este proceso produce los suelos llamados tequesquitosos o solonetz, también llamados suelos alcalinos. La vegetación que sostienen estos suelos son comunidades de halófitas, como los pastizales.

6. *Solotización*. Proceso de degradación del suelo a causa de lixiviaciones reiteradas, que hacen perder el ácido silícico; como resultado de este proceso se forman los suelos alcalinos degradados, éstos se asocian con los suelos salitrosos y los tequesquitosos aun en el mismo lugar. También soportan una vegetación halófila.

7. *Gleización*. Este proceso se caracteriza por la intemperización basada en oxidaciones y reducciones alteradas, con un horizonte coincidente con el nivel del agua del subsuelo; el manto freático es variable y se mantiene cerca de la superficie. El horizonte modificado o gleizado se distingue por su color gris azulado, con grandes manchas y a veces con manchas rojizas como resultado de la presencia de hongos. Este horizonte aparece en el fondo de lagunas y pantanos y es el resultado de la capa turbosa de acumulación de la materia orgánica en el horizonte superior del suelo. Este proceso puede llevarse a cabo en diferentes climas (fríos, templados y calientes), siendo necesaria la presencia de un manto freático alto, de nivel variable, siempre y cuando el drenaje y las aguas no favorezcan el depósito de álcalis. Este proceso da origen a tres grupos de suelos: gleizados, turbosos y de tundra. Son más frecuentes en zonas templadas y frías, a veces por encima de la vegetación arbórea. Las comunidades vegetales que se forman en estos suelos, son comunidades de herbáceas acuáticas tanto de plantas superiores como de musgos.

Suelos geológicos o azonales. Cuando los agentes del intemperismo, como el clima, la biota o el drenaje, no han sido lo suficientemente activos o no han dispuesto del tiempo necesario para transformar la composición química de la roca madre, se forman estos suelos, que podemos distinguir en tres grupos:

Litosoles: son resultado de la erosión intensa y la actividad volcánica; se les localiza en las cimas o en las laderas de las montañas, donde no han sido posibles los procesos de formación de los suelos zonales y están formados prácticamente por la roca madre poco alterada.

Regosoles: formados por materiales triturados, no consolidados, transportados por el viento, pueden ser de origen piroclástico, resultado de actividades volcánicas recientes, en las cuales la acción del clima y la biota no han podido actuar por mucho tiempo. Ejemplos de esto son las zonas arenosas de los desiertos, las dunas costeras o bien los suelos de origen volcánico, con materiales fragmentados transportados por el viento, la lava o la acción mecánica de la erupción, constituidos por cenizas, arenas y gravas. Se desarrollan en las partes elevadas de los volcanes que han tenido actividad volcánica reciente, como el Jorullo, el Nevado de Colima, el Parícutín, el Popocatepetl, el Chichonal, entre otros. Soportan comunidades vegetales escasamente desarrolladas con pastos aislados que forman macollas o plantas herbáceas perennes e inclusive leñosas postradas.

Suelos aluviales recientes. El proceso se origina por la acción del agua, que se limita a ser medio de transporte, pero que no ha podido transformar aún los materiales. Dentro de estos se diferencian los siguientes dos tipos: a) suelos de coluvión, que son detritos rocosos producto del intemperismo, desplazados ladera abajo por la fuerza de gravedad; b) aluviones: depósitos sedimentarios, formados por corrientes fluviales en el cauce y la llanura de inundación de los valles fluviales. La vegetación que soportan es muy variada, según las características del clima.

PRINCIPALES TIPOS DE SUELOS DEL TERRITORIO MEXICANO

La FAO y la UNESCO (1970) han propuesto un sistema mundial de clasificación de los suelos. El INEGI ha adoptado esta clasificación para caracterizar los tipos principales de suelos para el territorio nacional, como son:

Regosol (del griego *Rheros*: manto, cobija; relativo a la capa de material suelto que cubre la roca). Son suelos poco desarrollados, constituidos por material suelto, muy semejante a la roca de la cual se originó; dependiendo del tipo de clima sustentan cualquier tipo de vegetación. Muy abundantes en el país, en terrenos montañosos, sobre todo en el norte.

Litosol (del griego *lithos*: piedra y *solum*: suelo, es decir, suelo de piedra) son suelos muy delgados, con espesores menores a los 10 cm. Descansan sobre un estrato duro y continuo, como roca madre, tepetate o caliche; según el clima soportan selvas bajas o matorrales altos. De amplia distribución en el país, generalmente en topografía plana o levemente ondulada, frecuente en la Península de Yucatán, asociados a rendzinas.

Xerosol (del griego *xeros*: seco, suelo de zona seca o árida). Son suelos áridos que contienen materia orgánica. La capa superficial es clara y debajo de ella puede haber acumulación de minerales arcillosos y/o sales, como carbonatos y sulfatos. Se hallan restringidos a las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país, a veces asociado a regosoles. Soportan una vegetación de matorral y pastizal.

Yermosol (del español *yerma*: desértico, desolado). Son suelos de zonas muy secas o desérticas casi sin materia orgánica, semejantes a los xerosoles, de los que difieren sólo en el contenido de materia orgánica en el horizonte superficial. En algunos sitios sustentan vegetación de matorral o de pastizal y, en algunos casos, vegetación esparcida. Son característicos del Desierto sonorense y la península de Baja California, asociados a regosoles y xerosoles.

Cambisol (del latín *cambiare*: cambiar, suelo que cambia). Son suelos claros, con desarrollo débil, que presentan cambios en su estructura o consistencia debido al intemperismo. Frecuentemente presentan todavía características del material que les dio origen. Dependiendo del clima, pueden sustentar una vegetación de matorral, pastizal, bosque o selva. Se encuentran en cualquier tipo climático, excepto en zonas áridas y semiáridas; en terrenos abruptos, ondulados o planos, en porciones orientales de la Sierra de Chihuahua y Durango, en las partes montañosas del Eje Volcánico Transversal. Se asocian a regosoles o feozem.

Vertisol (del latín *verto*: voltear, suelos que se vuelven y autoabonan, ricos en arcillas expandibles). Son muy arcillosos, con grietas anchas y profundas

cuando están secos; si están húmedos, son pegajosos, su drenaje es deficiente; en seco son muy duros. Se presentan en casi todos los climas que tienen una marcada estación seca y otra lluviosa, sobre terrenos planos o en depresiones, frecuentes en llanuras costeras del Golfo de México, asociados con los feozem y los solonchaks.

Feozem (del griego *phaeo*: pardo y del ruso *zemlja*: tierra, o sea, tierra parda). Son suelos oscuros, de consistencia suave, ricos en materia orgánica y en nutrimentos; generalmente el subsuelo presenta acumulación de arcilla. Se les encuentra en las regiones templadas y tropicales, son frecuentes en parte del Eje Volcánico Transversal, asociados con andosoles, cambisoles y vertisoles.

Rendzina (nombre polaco que se da a los suelos profundos y pegajosos que se desarrollan sobre calizas). Son suelos oscuros, poco profundos (10 cm a 50 cm) que sobreyacen directamente al material carbonatado, por ejemplo, calizas. Se les localiza en cualquier tipo climático, excepto en zonas frías, generalmente en relieves montañosos como en la Sierra Madre Oriental, asociados a litorales. En la Península de Yucatán son los suelos predominantes en terrenos planos. La vegetación que sustentan varían desde bosques de pino-encino, encinares, bosques mesófilos de montaña hasta selvas bajas y medianas.

Luvisol (del latín *luvi, luo*: lavar, suelo lavado). Son suelos con un contenido de bases que va de mediano a alto. El subsuelo tiene acumulación de arcillas, como resultante del lavado y la formación *in situ*. En zonas tropicales son de color rojizo y cambian a amarillento en las templadas; son muy susceptibles a la erosión. Se les localiza fundamentalmente bajo climas templados y tropicales, sobre terrenos de topografía variada. A veces se les encuentra en zonas semiáridas, abarcando pequeñas áreas. Se hallan ampliamente representados en el Eje Volcánico Transversal, asociados con andosoles, vertisoles, cambisoles y rendzinas. Sobre ellos se desarrolla una vegetación de bosques, selva o pastizal.

Acrisol (del latín *acris*: agrio, ácido, suelos ácidos). Muy semejantes a los luvisoles aunque más ácidos en el subsuelo debido a un lavado más intenso y a la rápida formación de minerales arcillosos. Son también muy susceptibles a la erosión. Dependiendo del clima permiten el desarrollo de bosques o de selvas.

Andosol (del japonés *en*: oscuro y *do*: tierra. Tierra negra). Son suelos derivados de cenizas volcánicas,

con una capa superficial obscura, aunque el subsuelo es más claro; presentan altos contenidos de alófono (material amorfo), lo cual les permite retener mucho el fósforo. Son también muy susceptibles a la erosión; de amplia distribución en áreas montañosas de origen volcánico. La vegetación que sustentan varía de acuerdo con el tipo climático y puede ser bosque o selva. Bajo clima templado se les localiza en el Eje Volcánico Transversal y en climas tropicales, en la sierra de los Tuxtlas, en Veracruz.

Solonchak (del ruso *sol*: sal, literalmente suelos salinos). Se caracterizan por presentar acumulación de sales solubles en alguna parte del suelo o en todo su espesor, debido a la fuerte evapotranspiración a que están sujetos. Son frecuentes en cuencas endorreicas de zonas áridas o semiáridas, o en los bolsones del centro norte del país. La vegetación que soportan está dominada por asociaciones de halófitas y/o de pastizales halófilos. Son frecuentes también en las llanuras costeras del Golfo de México y del océano Pacífico.

Gleysol (del ruso *gley*: pantanoso, cenagoso). Son suelos pantanosos, saturados de humedad la mayor parte del año, condición que genera colores azulosos, verde grisáceos o manchados de diferente coloración, con desprendimiento de malos olores. Muy frecuentes en la llanura costera del Golfo Sur, especialmente en Tabasco y el norte de Chiapas. La vegetación que sustentan es de manglar, popal, tular, tasistal y pastizales.

Castañosem (del latín *castaneo*: castaño y del ruso *semja*: tierra, tierra castaña). Son suelos que presentan una capa superior de color pardo o rojizo oscuro, con un buen porcentaje de materia orgánica y de nutrimentos. El subsuelo a menudo tiene acumulación de caliche (arena cementada con carbonato de calcio en disolución) y/o yeso. La vegetación que sostiene son pastizales con algunas áreas de matorral. Se localizan en el noreste del país en parte de Nuevo León y Tamaulipas.

Planosol (del latín *planus*: plano, llano). Suelos que se desarrollan en sitios de topografía plana o en depresiones mal drenadas. Presentan un horizonte superficial de color claro o gleysado, sobre un horizonte lentamente permeable, dentro de una profundidad de hasta 125 cm. Se les localiza en el centro del país, en zonas semiáridas y templadas, sobre terrenos planos o levemente ondulados como en gran parte del estado de Aguascalientes. Sobre ellos se desarrollan pastizales climáticos. (La información anterior fue tomada de INEGI 1991).

D. LAS COMUNIDADES VEGETALES DE MÉXICO

La superficie de México, aunque solamente representa 1.5 del área total de la masa continental mundial, se estima que cuenta con el 10% de las plantas y animales terrestres conocidos. Su flora se calcula entre 26,000 y 30,000 especies de plantas superiores (fanerógamas), que lo coloca entre los países florísticamente más ricos del mundo, junto a Brasil, Colombia, China e Indonesia.

Pero no solamente es muy rico en cuanto a su flora sino por su vegetación; casi todos los biomas existentes en el mundo se hallan en nuestro país, desde los bosques cálido húmedos del trópico, los variados matorrales xerófilos y los pastizales amacollados que se desarrollan por encima del límite de la vegetación arbórea. Algunos autores consideran que comunidades vegetales como los pastizales gipsófilos de la altiplanicie mexicana o los izotales dominados por plantas del género *Yucca* y/o *Dasyllirion*, o bien por *Nolina*, son exclusivos de México.

Obviamente esta gran diversidad de la flora y la vegetación se refleja en la gran variedad de fauna que alberga. ¿A qué se debe esta gran diversidad biológica? Una de las causas es la posición geográfica del país que hace que la línea del Trópico de Cáncer, en el paralelo 23° 27' de latitud norte, defina a la mitad del territorio nacional dentro de la zona tropical y la norte dentro de la subtropical, como ya se mencionó.

Diferentes factores determinan el tipo de clima que prevalece en las diversas regiones del país: además de la latitud, la altitud con respecto al nivel del mar, la distribución de tierras y mares y la influencia marítima, la cual propicia invasiones de masas de aire húmedo que penetran al país procedentes del Golfo de México y del Océano Pacífico, el territorio nacional está sujeto a la influencia de los “nortes”, masas de aire procedentes de la porción continental de Norteamérica, que al pasar por el Golfo de México se cargan de humedad, que depositan en el territorio nacional. Con cierta periodicidad el territorio nacional se ve también afectado por ciclones.

Estos rasgos climáticos se ven modificados local y regionalmente por la variada fisiografía del país, la altura de los macizos montañosos y su exposición a los vientos. Las profundas depresiones, los amplios valles y las regiones costeras han propiciado la gran diversidad climática de nuestro país: climas tropicales húmedos, cálidos y secos, secos y fríos o los climas

fríos tan característicos de las partes elevadas de las montañas, todo lo cual se conjuga para hacer el territorio mexicano ecológicamente muy diverso. Además, a lo largo de la historia geológica se han presentado inmersiones y emersiones marinas en gran parte del territorio, procesos de vulcanismo y largos períodos de intemperismo del material geológico expuesto.

En algunos casos las relaciones de las comunidades vegetales, de las especies y los rasgos del ambiente, como la topografía, el sustrato geológico, el clima o el tipo de suelo, son evidentes, pero en otras situaciones la presencia o el tipo de distribución que presentan algunas comunidades vegetales o ciertas especies son difíciles de entender si no se toma en cuenta la influencia de un factor ecológico no relevante hoy en día, pero si lo suficientemente importante en otro tiempo, como para haber tenido influencia en los patrones de distribución de los organismos o de las comunidades: los factores de tipo histórico que, además de los mencionados, permiten entender la riqueza y diversidad de la biota de un lugar. Entre estos factores de tipo histórico podemos mencionar la deriva continental, los procesos de orogenia y vulcanismo, las fluctuaciones climáticas a que ha estado sujeto el territorio nacional durante el terciario y cuaternario, además de las glaciaciones. Otros factores, como las migraciones de las regiones septentrionales y meridionales y su confluencia en nuestro país han jugado un papel importante en la conformación de la riqueza florística. Es de destacar la importancia que el elemento endémico tiene en la composición de la flora nacional, así como los procesos de migración del elemento mexicano hacia otras regiones.

Como hemos visto, las comunidades vegetales que se desarrollan en nuestro país son numerosas y en algunos casos muy variadas. Las plantas superiores han desarrollado tres grandes tipos de formas de crecimiento cada una con sus variantes. Los árboles, plantas perennes leñosas generalmente de más de 4 m o 5 m de alto con un tronco bien definido a partir del cual comienzan a ramificarse. Los arbustos, plantas perennes leñosas de más de 0.5 m de altura, profusamente ramificados desde la base y las yerbas, plantas de consistencia herbácea, es decir, sin tejido secundario o leño, de altura variable, anuales, bianuales o perennes. La dominancia de estas formas de vida y su distribución en las comunidades proporcionan la fisonomía, la estructura y la fenología de las mismas. Estos parámetros se usan para diferenciar y clasificar a la

vegetación en bosques, matorrales o herbazales y sus variantes.

En algunos casos el desarrollo y la expresión de las comunidades vegetales se corresponde a grandes unidades con el grupo o tipo climático pero en otros casos la comunidad vegetal que se ha desarrollado no corresponde del todo con las características del clima, sino que su expresión y desarrollo responde a características del sustrato geológico o del tipo de suelo con una relativa independencia del factor climático. En el primer caso se considera la vegetación, como vegetación zonal, en el segundo correspondería a la vegetación azonal.

2. CORRELACIÓN DE LOS RASGOS DEL AMBIENTE DE MÉXICO CON LA CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES

La clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales de México han estado estrechamente relacionadas con los factores ambientales, los aspectos fisiográficos, geológicos, climáticos, edáficos y, en muchos casos, con las actividades antropocéntricas, principalmente la agricultura y la ganadería y en menor proporción la explotación forestal.

Así, términos como vegetación tropical y subtropical, templada, árida y semiárida, tienen un claro significado climático pero poco preciso en lo que se refiere a la comunidad vegetal en sí misma. Algunos términos geográficos como alpino, boreal o meridional se han empleado también para referirse a las comunidades vegetales de nuestro país, aunque en algunos casos en forma errónea. Tal es el caso de la vegetación alpina para referirse a la que se establece por encima del límite de la vegetación arbórea (timberline) en las altas montañas. Con el nombre genérico de Alpes se conocen las grandes montañas modernas formadas por plegamientos en Europa. Los Alpes propiamente dichos, abarcan parte de Francia oriental, la parte adyacente de Alemania, el norte de Italia y porciones de Suiza y Austria. Las comunidades vegetales que sustentan van desde bosques de *Quercus*, *Castanea* y *Ostrya*, en las partes bajas, en las partes medias, un piso llamado montano caracterizado por *Fagus*, al que le sigue otro llamado subalpino, con bosques de coníferas (*Abies*, *Picea* y *Larix*) y un piso llamado alpino de matorral achaparrado de *Juniperus* y *Rhododendron*, en el cual se mezcla un prado (pastizal) con *Nardus*, *Carex*, *Festuca*, etc. En

general, las montañas que sobre el piso inferior regional tienen bosques planicaducifolios, un piso de bosques de coníferas o de vegetación leñosa achaparrada mezclada con una pradera, se dice que son de tipo alpino, lo que evidentemente no se corresponde con la acepción que tiene dicho término en nuestro país.

El término páramos de altura se ha usado también para referirse a la vegetación que se establece por encima del límite de la vegetación arbórea. Páramo es una voz castellana que significa “llanura amesetada”. En los Andes húmedos, desde Venezuela hasta el norte de Perú se les llama así a las elevadas altiplanicies de la cordillera por encima de los bosques. Su vegetación dominante es xerófila, subarborescente con plantas aciculifolias, escumifolias o muy tomentosas, y son frecuentes las plantas en forma de cojín, a veces enriquecidos con formas de vida parecidos a algunos izotes (*Yucca*) que no ramifican, los llamados “frailejones” (*Espeletia grandiflora*, Asteraceae) plantas paquicaules con densas rosetas de hojas arregladas en espiral, que a menudo sobrepasan los dos metros. Corresponderían a los zacatonales o pastizales amacollados de nuestro país.

Otros nombres usados, igualmente imprecisos, porque se refieren al hábitat más que a la vegetación son: vegetación de dunas costeras, vegetación de desierto arenoso, vegetación de malpaíses. La misma observación se podría hacer para la vegetación halófila y gypsófila, en las cuales se hace alusión a la “preferencia” de las plantas por estos hábitat, pero no se menciona la comunidad vegetal, a excepción de cuando se refieren a un pastizal mediano, abierto halófilo o gipsófilo.

La correlación de las características ambientales de México con la clasificación y la nomenclatura de las comunidades vegetales se puede hacer a diferentes niveles, dependiendo de las escalas. El clima es el factor ambiental más importante, por la influencia que ejerce sobre las comunidades bióticas, especialmente la vegetación. Así, diferentes autores han dividido climáticamente el país. Segalen (1964) sugiere que el territorio nacional se encuentra localizado en la zona intertropical; Mosiño (1969) considera que la porción sur del país es tropical y la norte es subtropical; Leopold (1950) estima que la zona templada (en la que incluye las zonas áridas y semi-áridas), ocupa el 70% del territorio nacional y el resto es tropical.

Entre otros factores que tienen influencia sobre la expresión de la vegetación, principalmente a nivel regional o local, destacan: el sustrato geológico, el tipo

de suelo y las altas latitudes, la exposición a los rayos solares o bien la cantidad de humedad del terreno, etc. Por ejemplo, las comunidades cuya distribución actual sólo podría explicarse considerando que representen reliquias, es decir, comunidades indicadoras de una pasada condición ambiental. Tal sería el caso de los encinares que se establecen en los trópicos húmedos, en altitudes de menos de 300 m, rodeados de selvas bajas, medianas e incluso altas, desde el sudoeste de Tamaulipas hasta Oaxaca, Chiapas y Tabasco. Este tipo de vegetación ha sido entendido como remanente de una pasada condición con climas más fríos, que se dieron a bajas latitudes y altitudes durante las últimas glaciaciones.

Podemos agrupar las grandes unidades de vegetación del país en aquellas cuya expresión y distribución están determinadas mayormente por el factor clima. Así tenemos aquellas con *clima tropical y subtropical* (sin heladas), y las *templadas y frías* (con heladas). A su vez las zonas tropicales y subtropicales, pueden diferenciarse en trópico húmedo y trópico seco. En el trópico húmedo se desarrollan las comunidades vegetales reconocidas como:

1. Selva alta, mediana y baja perennifolia
2. Selva alta y mediana subperennifolia
3. Selva baja subperennifolia
4. Selva mediana o alta subcaducifolia (*sensu* Miranda y Hernández-X. 1963)
5. Selva alta o mediana perennifolia
6. Selva alta o mediana subperennifolia
7. Selva mediana caducifolia (*sensu* Flores Mata *et al.* 1971)
8. Selva alta, mediana y baja perennifolia
9. Selva alta, mediana y baja subperennifolia
10. Selva mediana subcaducifolia
11. Selva baja subperennifolia
12. Bosque tropical perennifolio
13. Bosque tropical subcaducifolio (*sensu* Rzedowski 1978)
14. Bosque mesófilo de montaña.

Las comunidades vegetales que se desarrollan en el trópico seco son:

1. Bosque caducifolio (*sensu* Miranda y Hernández-X. 1963)
2. Bosque caducifolio (*sensu* Flores Mata *et al.* 1971)
3. Bosque mesófilo de montaña

4. Bosque tropical caducifolio
5. Bosque espinoso (*sensu* Rzedowski 1978).
6. Selva baja caducifolia
7. Selva baja espinosa perennifolia
8. Selva baja espinosa caducifolia
9. Selva baja espinosa
10. Matorral subtropical
11. Mezquital (según INEGI).

LAS ZONAS TEMPLADAS Y FRÍAS

Las comunidades que se desarrollan en climas templados comprenden dos grandes grupos: uno representado por aquellas que se desarrollan bajo condiciones de aridez y el otro que se desarrolla sin problemas de aridez; según esto, las zonas templadas y frías sin problemas de aridez agruparían las siguientes comunidades vegetales:

1. Bosque caducifolio
2. Bosque de enebros
3. Bosque de oyamel
4. Bosque mixto de pino-encino (*sensu* Miranda y Hernández-X. 1963).
5. Bosque de cedro y táscate (*Cupressus* y *Juniperus*).
6. Bosque de pino
8. Bosque de encino (*sensu* Flores Mata *et al.* 1971)
9. Bosque de coníferas
10. Bosque de *Quercus* (encinar)
11. Bosque mesófilo de montaña (según Rzedowski 1978).
12. Bosque de encino-pino (según INEGI).

El otro grupo ecológico de comunidades vegetales de climas templados corresponde a las que se desarrollan bajo condiciones de aridez, y comprenden:

1. Bosque espinoso
2. Chaparral o matorral esclerófilo
3. Cardonal, tetechera, izotal, nopalera
4. Chaparral
5. Matorral espinoso con espinas laterales
6. Matorral espinoso con espinas terminales
7. Matorral alto subinerme
8. Matorral inerme o subinerme parvifolio
9. Matorral crasirrosulifolio
10. Matorral submontano
11. Matorral desértico rosetófilo
12. Matorral desértico micrófilo

13. Matorral xerófilo
14. Matorral submontano
15. Matorral espinoso tamaulipeco
16. Matorral crasicaule (nopalera, cardonal)
17. Matorral desértico micrófilo (inerme, subinerme y espinoso)
18. Matorral sarcocaula y sarcocrasicaule
19. Mezquital
20. Pastizal
21. Pastizal (según INEGI).
22. Pastizal (según Rzedowski 1978).
23. Vegetación de páramos de altura
24. Zacatonal (según Miranda y Hernández-X. 1963)
25. Zacatal
26. Zacatonal (según Flores Mata *et al.* 1971)

Por otra parte, otro gran grupo de comunidades vegetales es aquel cuya expresión y distribución está determinada por las características del suelo o del sustrato geológico. Por ejemplo, Miranda y Hernández-X. (1963) consideran para zonas templadas, frías



Bosque mesófilo de montaña. Lagunas de Montebello, Chiapas. Foto: FGM.

y áridas, en hábitat terrestres la vegetación de desiertos arenosos, la vegetación de dunas costeras y las asociaciones de halófilas y gipsófilas y, en hábitat acuáticos el tular, el carrizal, la vegetación en galería, el manglar, el popal, el tasistal, etc.

En zonas templadas y frías, no áridas, en hábitat terrestres: el matorral de coníferas, el bosque de coníferas gipsófilas y en hábitat acuáticos o hidrófilos: el tular, el carrizal, la vegetación en galería y la vegetación flotante.

En hábitat terrestres en las zonas tropicales: los palmares, las sabanas, la vegetación de dunas costeras, etc. y en los hábitat acuáticos o hidrófilas: los manglares, los popales, los tasistales, los tintales, los canacoitales, las asociaciones de sumergidas y flotantes, entre otras.

Según Flores Mata *et al.* (1971) las comunidades vegetales determinadas por condiciones del suelo o sustrato y bajo un clima templado y frío, con condiciones de aridez en hábitat terrestres son: el matorral crasicaule y el pastizal halófilo y gipsófilo. Y en hábitat acuáticos o hidrófilos, el tular y el carrizal.

En zonas templadas y frías, pero no áridas en hábitat terrestres, el pastizal; en hábitat acuáticos o hidrófilos, el tular y el carrizal y en zonas tropicales en hábitat terrestres, los palmares y las sabanas y en hábitat acuáticos o hidrófilos, los manglares, los tulares y los carrizales.

Por su parte, Rzedowski (1978) separa las comunidades determinadas por el suelo o el sustrato geológico o la cantidad o calidad del agua en: zonas templadas y frías, bajo condiciones de aridez, en hábitat terrestres: halófitas, pastizales halófilos, palmares; en hábitat acuáticos o hidrófilos: tulares, vegetación flotante.

El INEGI, por su parte, considera las comunidades vegetales determinadas por las condiciones del suelo

o por el sustrato, bajo un clima tropical, en hábitat terrestres: los palmares, las sabanas, halófitas y vegetación de dunas costeras y en hábitat acuáticos o hidrófilos, el manglar, el popal, el tular, etc.

Bajo condiciones de aridez resulta particularmente notoria una correlación muy estrecha entre las comunidades vegetales y algunos factores ambientales, como el sustrato geológico. Tal es el caso, por ejemplo, de la casi absoluta correspondencia de los matorrales de crasirrosulifolios espinosos y el sustrato sedimentario (calizas, lutitas), los cuales, salvo contadas excepciones, como el Valle del Mezquital, Sierra de Pachuca, cerca de Actopan donde el matorral rosetófilo de *Agave* y *Hechtia* se desarrolla sobre basalitos, o en algunas localidades aisladas de Chihuahua, Durango y Zacatecas, donde el desarrollo es sobre material ígneo. En la mayor parte de los casos se distribuye sobre roca sedimentaria, principalmente caliza y lutita, de donde deriva una de sus denominaciones: matorral rosetófilo calcícola.

Otra correlación también muy estrecha entre las comunidades vegetales y algunos factores del medio no climáticos, lo tenemos con la vegetación halófila y gipsófila.

La vegetación halófila es aquella que se desarrolla sobre suelos salinos o salinizados, con altos contenidos de sales como el sulfato de sodio, el cloruro de sodio, el sulfato de calcio, el cloruro de potasio, etc. Esta vegetación halófila tiene dos variantes, una en la que predominan las yerbas crasas (crasifolias o crasicaules) perennes e inclusive anuales, con subfrutices y aun arbustos, y otra en la cual predominan los pastos o “zacates” (generalmente) de la familia Graminae o Poaceae. Existen claros ejemplos de estas comunidades de halófilas en cuencas endorreicas o en depósitos lacustres. Los pastizales halófilos son también frecuentes, destacando, por ejemplo, los “zacahuistales”, dominados por *Spartina spartinae*, los “tobosales”, dominados por el “zacate tobo”, *Hilaria mutica*. Otra correlación muy estrecha es la que se establece entre el hábitat que conforman las dunas costeras y ciertos grupos de plantas, como el género *Uniola*, de las gramíneas o especies características de estos ambientes como *Ipomoea pescaprae*, *Croton punctatus*, *Scaevola plumieri*, *Suriana maritima*, *Philoxerus vermicularis*, etc.

El hábitat tan selectivo de los suelos yesosos es muy característico. El yeso (sulfato de calcio hidratado) favorece el desarrollo de una flora y una vegetación muy

Pastizal gipsófilo. Central, San Luis Potosí. Foto: FGM.



peculiares. En el primer caso existen géneros y especies que sólo crecen sobre suelos como los mencionados, es decir, endémicos, como *Nerysirenia*, *Flaveria*, *Dicranocarpus* o especies restringidas a afloramientos de yeso como *Frankenia gypsophila*, *Dalea filicifolia*, *Bouteloua chasei*, *Muhlenbergia purpusii*, etc. Lo mismo sucede con la distribución en el Altiplano zacatecano potosino y en algunas partes aisladas de Coahuila del pastizal gipsófilo de *Bouteloua chasei* y *Muhlenbergia purpusii*.

Otros casos de esta “gipsofilia” lo podemos encontrar en los alrededores de Ciudad Fernández, en San Luis Potosí, en el camino a Cerritos. Allí podemos hallar el mezquital de *Prosopis* con *Maytenus phyllanthoides* que se establece sobre depósitos de yeso, o bien una variante de bosque de pino, en la cual el pinar de *Pinus cembroides* se desarrolla sobre un conglomerado de rocas ígneas y a su lado, en un afloramiento de un depósito de yeso, crece un bosque de *Pinus arizonica* var. *stormiae*, unos cinco kilómetros al sur de Puerto Pastores, en el municipio de Galeana, Nuevo León. Quizás, uno de los ejemplos más claros de esta correlación entre sustrato geológico y distribución de la vegetación se pueda observar en la región de San Roberto, Nuevo León, a unos 110 km al norte de Matehuala. Al oriente de San Roberto, a los lados de la carretera a Iturbide y Linares, en un área de unos dos o tres kilómetros y a los lados de la carretera coexisten en el afloramiento de yeso el pastizal gipsófilo de *Bouteloua chasei* y *Frankenia gypsophila*; en el suelo de aluvión se establece el matorral micrófilo subinerme de *Larrea tridentata* y *Yucca filifera* y sobre los lomeríos calizos se dispone un matorral rosetófilo espinoso con *Agave lechuguilla*, *Hechtia glomerata* y *Yucca carnerosana*. Es posible encontrar una situación similar al noreste de Concepción del Oro, en el camino a Saltillo, en la desviación a Gómez Farías.

Otra correlación muy estrecha se da entre los matorrales crasicaules (nopaleras y cardonales) que en el centro-norte e incluso noroeste del país se desarrollan sobre material ígneo, tanto intrusivo como extrusivo. Una excepción es la región de Tehuacán-Cuicatlán, en donde las comunidades de crasicaules (tetecheras con *Beaucarnea*) se desarrollan sobre material sedimentario (calizas y lutitas). Salvo este caso, la relación entre los matorrales crasicaules y sus variantes (por ejemplo, matorral alto espinoso de mezquite con crasicaules), con el sustrato de origen ígneo, es evidente.



Vegetación gipsófila. Cuatro Ciénagas, Coahuila.
Foto: FGM.

A unos 25 km al suroeste de Tula, en el estado de Tamaulipas, en la desviación a Los Gasmones, existe un claro ejemplo de la correlación sustrato geológico-suelo con la vegetación. Este sitio se localiza a sotavento de la Sierra Madre Oriental y en los lomeríos calizos de ésta. Aquí se desarrolla un matorral rosetófilo de *Agave lechuguilla* con *Hechtia glomerata* y *Dasyllirion miquihuense*. Sobre un afloramiento de basalto, un matorral alto espinoso con crasicaules de *Stenocereus griseus* y *Myrtillocactus geometrizans* con *Prosopis*, y en el suelo de aluvión se desarrolla un matorral micrófilo subinerme de *Larrea tridentata* con *Flourensia cernua*.

Otro factor ambiental que se correlaciona con la distribución de la vegetación es la latitud y la orientación de las laderas de los cerros: a latitudes medias y altas los rayos del sol tienden a ser más oblicuos, de tal modo que las laderas orientadas al ecuador (en nuestro país las del sur), tienen un tiempo mayor de iluminación y calentamiento que aquéllas orientadas hacia los polos (en el caso al que nos referimos, las orientadas al norte), lo cual da como resultado que las laderas del lado sur sostienen una comunidad vegetal más xérica que las orientadas hacia el norte. Así, en la región de Perote, Veracruz, sobre las calizas, en las laderas al sur, se desarrolla una comunidad de rosetófilos espinosos con *Agave* y *Hechtia*. Y en las laderas norte, una comunidad dominada por *Nolina* y otros arbustos (Ramos y González-Medrano 1972).

En los valles de Jaumave y Miquihuana, en Tamaulipas, en las laderas orientadas al sur, más secas, se desarrolla un matorral rosetófilo de *Agave*, *Dasyllirion* y *Hechtia* y en las orientadas al norte, un bosque bajo de pino piñonero de *Pinus nelsonii* o bien un matorral alto subinerme.

Estas correlaciones sustrato-suelo-vegetación son evidentes en zonas áridas y semiáridas, pero también

se dan en el trópico. Tal es el caso, por ejemplo, del estado de Tabasco, donde bajo condiciones climáticas similares, pero en cerros calizos con suelos con drenaje rápido, se desarrolla una selva alta subcaducifolia, en los sitios más escarpados y hacia el piedemonte, una selva alta subperennifolia; en suelos profundos bien drenados, una selva alta perennifolia; en suelos mal drenados, inundados en alguna época del año podemos observar una sabana o un palmar; en suelos lateríticos, someros, con un drenaje superficial muy rápido, se desarrolla un bosque perennifolio de *Quercus* (encinar tropical). La selva mediana perennifolia a subperennifolia de *Andira galeottiana* (macayo), lo hace sobre suelos con el manto freático elevado, a veces casi superficial o bien inundables, en alguna época del año. Y los popales, comunidad vegetal dominada por *Thalia geniculata*, crecen sobre suelos parcial o permanentemente inundados.

3. EVALUACIÓN DEL USO DE LA INFORMACIÓN FLORÍSTICA PARA LA DIFERENCIACIÓN Y NOMINACIÓN DE UNIDADES DE VEGETACIÓN A NIVEL SUBREGIONAL O LOCAL

En un país como México, con tanta variabilidad ambiental y con tal biodiversidad, en donde los apoyos financieros para estudiar nuestra fauna y flora silvestres son escasos, es explicable que el conocimiento biológico del país en su conjunto, y en especial el florístico, sean un tanto limitados. Diferentes autores han estimado hasta hoy, en unas 30,000 las especies de plantas que se distribuyen a lo largo y ancho del territorio nacional.

Es cierto que algunas áreas se conocen relativamente bien, pues existen trabajos de tipo florístico regional. Tal es el caso de la parte árida de Sonora y Baja California, la Cuenca de México, la región del Bajío, la parte del Desierto chihuahuense. Para otras regiones o estados existen floras en proceso, como la de Nueva Galicia, que abarca una zona importante del occidente del país, la de Veracruz, la de Guerrero, la de la región de Tehuacán-Cuicatlán, las de Chiapas y Oaxaca. Estos esfuerzos, además de proporcionar los “listados” (listas florísticas) de regiones y estados del país, han contribuido poco a poco al conocimiento de parte de este aspecto de nuestro entorno natural.

Sin embargo, existen áreas, algunas de ellas considerables, que por las dificultades para acceder a ellas su conocimiento florístico se ha visto restringido. Tal

es el caso, por ejemplo, de las partes montañosas de Guerrero, Sinaloa, Nayarit, Durango, Michoacán, Coahuila, entre otras. Por lo tanto, el uso de la información florística para la diferenciación y denominación de unidades de vegetación a nivel subregional o local es un tanto limitada. Sin embargo algunas unidades de vegetación se han podido diferenciar y nombrar con base en su composición florística, en la mayor parte de los casos a nivel “asociaciones” y en menor proporción a nivel “consociaciones”.

A. ASOCIACIONES

Asociación, del latín, *associatio*, de *ad*, a y el verbal de socio, reunir. En sentido geobotánico, esta voz fue empleada inicialmente por Humboldt (1805) con referencia a la composición florística (es decir, sistemática de la colectividad vegetal), significado con el que fue consagrada por Flahault en el Congreso de Botánica de París en 1900 y que hoy se acepta universalmente.

La Comisión de nomenclatura del Congreso de Bruselas (1910) la definió así: “Una colectividad vegetal de composición florística determinada, unidad de condiciones estacionales y unidad fisiognómica: es la unidad fundamental de la Sinecología”. Huguet del Villar ha dado una definición pura de la *Asociación* como: “Una cohabitación botánica individualizada por su composición florística”. Por su parte, en el Congreso Internacional de Botánica de Amsterdam (1935) se acordó que en lo sucesivo el término *Asociación* sólo se emplearía para unidades definidas por la posesión de especies características y diferenciales, en el sentido de la escuela de Zurich, Montpellier, o por lo menos para unidades del mismo orden de importancia.

En México, la Comisión de estudios sobre la ecología de Dioscoreas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (1964), utilizó ampliamente la idea de *Asociación* para diferenciar unidades de vegetación a nivel regional. Su concepto de *Asociación* se definió como: “una comunidad vegetal con composición florística semejante, especialmente en su estrato dominante, y que ocupa una extensión geográfica con características ecológicas similares”. Este concepto aunque es más o menos artificial, tuvo como objetivo establecer unidades que permitieran estudiar el todo por medio de sus partes, es decir, tuvo un carácter meramente utilitario.

Rivas-Martínez *et al.* (1999), consideran la *Asociación* como la unidad básica y fundamental de la fitosociología. Es una comunidad vegetal-tipo (*plant*

community-type) con rasgos florísticos, biogeográficos, ecológicos, sucesionales, históricos y antropogénicos particulares. Tiene su propio territorio ecológico y geográfico, además una combinación estadísticamente confiable de especies características y diferenciables y de bioindicadores diagnósticos. Las asociaciones las determinan a partir del estudio comparativo de censos (relevés), en los cuales la composición florística es registrada y cuantificada. *Asociaciones* con una composición florística similar, etapa o estado dinámico, estructura, hábitat o distribución vicariante pueden ser conjuntadas en tipos o unidades de “rango” mayor (alianzas, órdenes, clases, etc.).

B. CONSOCIACIONES

En México otro concepto que se ha utilizado para diferenciar unidades de vegetación a nivel regional con base en la composición florística es la Consociación, sirve para referirse a una comunidad vegetal dominada por una especie en el estrato con la forma de vida dominante. Ejemplos de consociaciones serían las siguientes: el bosque de planifolios, dominado por *Abies religiosa*; el bosque de aciculifolios, dominado por *Pinus hartwegii*; el pastizal mediano dominado por *Bouteloua gracilis*; el pastizal halófilo dominado por *Spartina spartinae*, etc.

C. FORMACIONES

Del latín *formatio, onis*, de forma; en este caso, biológica. En el campo geobotánico el término *Formación* lo introdujo Grisebach en 1838 con un sentido claramente fisonómico, como transformación más especializada del de forma. Hacia 1850, Kerner inició la confusión empleando la voz *Formation* para designar lo que hoy llamaríamos “Asociación colectiva”. Pese a ambigüedades, en el Congreso de Bruselas (1910) la Comisión de Nomenclatura, propuso definir la Formación como: “la expresión actual de determinadas condiciones de vida”, añadiendo textualmente: “se compone de *Asociaciones*, que se diferencian en su composición florística, pero coinciden en primer término en las condiciones estacionales y en segundo lugar en sus formas biológicas”.

D. TIPOS DE VEGETACIÓN

Son unidades fitogeográficas muy amplias, de tipo ecológico-fisonómico. Por ejemplo, el bosque, el pra-

do, el matorral, etc. En sentido muy amplio se ha usado como sinónimo de formación vegetal, lo cual ha creado a veces confusiones y ambigüedades.

En México, quizá el antecedente más remoto acerca del uso de la composición florística para diferenciar unidades de vegetación a nivel subregional o local, sea el trabajo geobotánico del Valle del Mezquital, Hidalgo, realizado por Bravo (1937) quien, siguiendo los lineamientos marcados por Cuatrecasas y Huguet del Villar, las formas de vida (hierba, arbusto, subarbusto) y la composición florística, se toman en cuenta para definir las sinecias o comunidades vegetales, *sensu lato*. La composición florística, pero principalmente los dominantes por estratos, los utiliza esta autora para definir las Asocietas (*Asociaciones*) de la vegetación estudiada.

Otro trabajo llevado a cabo con lineamientos similares para definir subunidades de la vegetación usando la composición florística, es el de Rzedowski (1954), quien, después de dividir la vegetación del pedregal de San Ángel en dos tipos fisonómicos o “formaciones”, el Fruticetum y el Arboretum, dentro de ellos distingue Asociaciones siguiendo las ideas de Huguet del Villar (1929) y diferenciando dentro del Fruticetum, la Asociación: Senecietum praecocis (de *Senecio praecox*) y Quercetum rugosae fruticosum (*Quercus rugosa*). Del Arboretum: Quercetum centralis (*Quercus centralis*), Pinetum hartwegii (*Pinus hartwegii*), Pinetum teocote (*Pinus teocote*) y Abietum religiosae (*Abies religiosa*), entre otras.

A un nivel más amplio la información florística se ha usado para definir unidades de vegetación a nivel regional, desde un punto de vista fitogeográfico. Tal es el caso del estudio sobre la fitogeografía de la Península de Baja California, México, realizado por Peinado, Alcaraz, Delgadillo y Aguado (1994). En este trabajo hacen una propuesta de división fitogeográfica de la Península de Baja California, usando la composición florística para definir grandes unidades fitogeográficas como reinos: Holártico y Neotropical, hasta sectores fitogeográficos: Diegano, Juarezense, San Felipeense, Sanlucano, etc.

Finalmente, el trabajo de Rivas Martínez (1997) hace una sinopsis syntaxonómica de las comunidades vegetales naturales potenciales de Norteamérica, incluyendo México y Mesoamérica. Existe una propuesta más amplia hecha por Rivas Martínez *et al.* (1999) para la vegetación forestal templada boreal y occidental de Norteamérica, que incluye parte de nuestro país.

III. ELEMENTOS PARA DIFERENCIAR UNIDADES DE VEGETACIÓN A DIVERSAS ESCALAS, SU REPRESENTACIÓN ESPACIAL Y SU CARACTERIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA O CON IMÁGENES DE SATÉLITE

En un sistema jerárquico de clasificación resulta evidente la necesidad que se tiene de resaltar los niveles de integración de la vegetación. En un país como México, con tanta variación fisiográfica, climática y biótica, las características más útiles para hacer una comparación y/o una clasificación de la vegetación son la fisonomía y la estructura de la misma. La fenología contribuye de manera importante a diferenciar las comunidades, sin embargo estos atributos de la vegetación a menudo no son claramente identificables en relación con los factores ambientales. Por lo cual la incorporación de características geográficas (templado y tropical), de montaña, o climáticas fueron consideradas en el esquema de clasificación propuesto en este trabajo.

Las unidades se definen fisonómica y estructuralmente y todas indican condiciones ambientales. Después de la asignación de cada unidad reconocida se anotan las abreviaturas del o de los climas en donde preferentemente crecen.

El dinamismo de la vegetación y sus cambios como consecuencia de las actividades antropogénicas y sus etapas sucesionales resultantes fueron consideradas en la medida en que la clasificación propuesta puede emplearse tanto para comunidades primarias (poco o escasamente modificadas por actividades antrópicas), como para aquellas etapas sucesionales, siempre y cuando se haga mención de su condición de vegetación secundaria.

Las unidades reconocidas incluyen tanto la vegetación zonal como la azonal, es decir, aquellas que están respondiendo a la influencia un tanto más directa del clima y aquellas en que la influencia sobre la comunidad está dada por características diferentes al clima como cantidad y calidad de agua, sustrato geológico o variantes edáficas.

La posición geográfica de nuestro país favorece que gran parte del mismo se localice dentro de la región tropical y el resto dentro de la región templada. Los términos tropical y templado en la mayoría de las clasificaciones propuestas han sido considerados automáticamente con una connotación climática. Por ejemplo, clima tropical seco o húmedo y el término templado se ha usado para referirse al clima fresco o frío, independientemente de su posición geográfica. Rivas Martínez (1997), presenta un cuadro para diferenciar las zonas y cinturones (fajas) climáticas de la Tierra:

ZONAS Y CINTURONES LATITUDINALES DE LA TIERRA

En el planeta Tierra se tienen tres amplias zonas latitudinales: la tropical, la templada y la frígida, según Rivas Martínez (1997: 12). La primera abarca desde los 0° a los 30° N y S. La templada, desde los 30° a los 51° N y S, y la frígida o fría, va desde los 51° a 90° (N y S).

Estas zonas a su vez se subdividen en cinturones o fajas latitudinales:

Zona tropical

Cinturones o fajas:

Ecuatorial: de 10° N a 10° S.

Eutropical de 10° a 23° N y S

Subtropical: de 23° a 30° N y S.

Zona templada

Cinturones o fajas:

Subtemplada o templada baja de 30° a 35° N y S.

Eutemplada de 35° a 45° N y S.

Templada Superior 45° a 51° N y S

Zona fría o fría

Cinturones o fajas:

Boreal 51° a 66° N

Antiboreal 51° a 66° S

Ártica 66° a 90° N

Antártica 66° a 90° S

Escalas de estudio. Los ecosistemas pueden definirse en un intervalo de escalas que van desde un grupo de individuos y su ambiente hasta el nivel de toda la biosfera. El concepto de “engranaje de sistemas” es importante en este sentido. Todos los niveles de los ecosistemas pueden ser vistos como subsistemas de la biosfera (Rowe 1961).

Cada subsistema ocupa un área progresivamente más pequeña en el espacio. Como la vegetación es el rasgo externo más obvio, constituye la base sobre la cual los ecosistemas son definidos y clasificados, siguiendo de esta forma hasta que las unidades de vegetación más y más pequeñas puedan ser reconocidas, desde la biosfera, las formaciones vegetales hasta las plantas individuales y su ambiente.

Muchos de los trabajos pioneros tanto en ecología vegetal como en biogeografía se concentraron en los biomas del mundo y las formaciones vegetales, que representan las subdivisiones mayores de la biosfera. Como resultado inevitable de ello, buena parte de estos estudios fueron extremadamente generalistas.

En el siglo XX los estudios se enfocaron a una escala inferior, la comunidad vegetal:

1. Porque es la escala a la cual las poblaciones e individuos de las especies de plantas pueden ser identificados y agrupados para caracterizar la vegetación de

un área dada. Puede ir desde unos cuantos metros cuadrados hasta muchos kilómetros cuadrados.

2. La escala de comunidades es importante porque es a este nivel donde los seres humanos pueden tener un mejor sentido de la naturaleza y de la variación de la cobertura vegetal de la Tierra.
3. En esta escala se centra la actividad humana y se llevan a cabo los cambios de la cobertura vegetal; por otro lado, es aquí en donde pueden aplicarse las prácticas y políticas de manejo y conservación del ambiente.

A. LÍMITES Y POSIBILIDADES EN LA CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Se pueden presentar combinaciones parecidas de especies, bajo condiciones equivalentes de hábitat. La composición florística y las proporciones de las especies pueden variar inclusive en censos muy próximos y en hábitats que parecen similares.

Se estima que en algunas regiones pueden presentarse condiciones del ambiente y presiones de tipo biótico similares sobre grandes áreas; donde estas combinaciones se repiten, la vegetación, es decir, la comunidad vegetal, también se repite de una manera similar a fragmentos dentro de un mosaico. Sin embargo, existe una superficie, a menudo considerable, de ecotonos entre las comunidades contiguas.

En algunas regiones existen gradientes ambientales de tipo climático, principalmente temperatura, como respuesta a variantes topográficas y altitudinales, en donde la distribución de la vegetación se ajusta a estas variaciones. Sin embargo, en la naturaleza existen discontinuidades muy marcadas en los hábitats, a las cuales las comunidades responden también con diferencias, por ejemplo, en las zonas de contacto de sustratos geológicos contrastantes.

Las asociaciones de especies cambian más o menos continuamente, si se muestrea una comunidad ampliamente distribuida. Sin embargo, las combinaciones de especies recurrentes están, obviamente, correlacionadas con su hábitat. Pero tales combinaciones son mudables y su variabilidad es ilimitada en principio, lo cual dificulta contar con una clasificación sistemática de la vegetación.

Así, una clasificación de comunidades ecológicas terrestres basadas en la vegetación puede servir para describir numerosos aspectos biológicos y ecológicos a lo largo del paisaje.

Otros aspectos relacionados con la clasificación, tanto de los sistemas ecológicos como de las comunidades vegetales son:

1. Las clasificaciones de los sistemas ecológicos pueden basarse en una variedad de factores, como vegetación, suelos, formas de relieve, etc., y son usados conjuntamente o de manera individual.
2. Los sistemas de clasificación basados en un solo factor, como la vegetación, son más fáciles de desarrollar puesto que se requiere menos información, sus características son menos complejas y pueden ser confeccionadas para propósitos específicos.
3. Los sistemas de clasificación multifactoriales son, a veces, más amplios y hechos para una variedad de necesidades mucho más generales. Son, a veces, más complejos y requieren una gran cantidad de información y análisis.
4. La vegetación se escoge a veces como base para un sistema de un solo factor a fin de clasificar los sistemas ecológicos terrestres, porque generalmente integra los procesos ecológicos que operan en un sitio o paisaje de una forma más cuantificable que cualquier otro factor o conjunto de factores.
5. Debido a que los patrones de vegetación y la co-ocurrencia de las especies vegetales son fácilmente medibles, éstas han recibido más atención que otros componentes, como la fauna.
6. La vegetación es un componente crítico del flujo de energía del ecosistema y, además, provee el hábitat para numerosos organismos en una comunidad ecológica.
7. Adicionalmente, la vegetación a veces es usada para inferir patrones de suelo y clima del ambiente.

Por estas razones, una clasificación de ecosistemas terrestres basadas en la vegetación puede servir para describir las numerosas facetas (aunque no todas) de los patrones biológicos y ecológicos a lo largo del paisaje.

Los sistemas de clasificación multifactorial se han escogido porque integran un gran número de factores ecológicos, tanto bióticos como abióticos, para identificar las unidades ecológicas. Estos sistemas a veces crean un conjunto regionalizado de unidades ecológicas que son usados como una guía de manejo, especialmente para predecir cómo los sistemas ecológicos podrían responder a diferentes escenarios

de manejo y disturbio en una variedad de escalas. Algunos ejemplos de clasificaciones multifactoriales son:

1. La Clasificación de comunidades naturales. Sistema práctico que permite que localmente algunos rasgos característicos sean usados para identificar los tipos de comunidad, como la fisonomía de la vegetación, la composición florística, la humedad del suelo, el sustrato, el pH, la posición topográfica. Ha sido empleado en numerosas partes de los EE.UU. para fines de conservación e inventarios. La falta de uniformidad conlleva a una aplicación limitada (White y Madany 1978).
2. *The Wetland Classification System* (El Sistema de clasificación de humedales) (Cowardin *et al.* 1979). En este sistema los niveles jerárquicos están definidos por los tipos de cuerpos de agua (marinos, ribereños, palustres, etc.), origen del sustrato, regímenes de inundación y formas de vida de la vegetación. La unidad más baja en la clasificación es el Tipo de dominancia (*Dominance Type*), el cual es nombrado por las formas animales o vegetales dominantes. Se puede mapear usando fotos aéreas. Sin embargo, no todos los rasgos del sistema pueden observarse con ellas ya que algunos rasgos, como las inundaciones, son muy dinámicos y no pueden distinguirse de una manera consistente.
3. Clasificación ecológica de las unidades terrestres del servicio forestal de los EE.UU. (Bailey 1976, 1989b). La clasificación usa una combinación de clima, fisiografía, relieve, suelos y vegetación potencial natural para definir unidades que expresen un potencial ecológico compartido, independientemente del uso del suelo y la vegetación. Las unidades ecológicas se clasifican como escalas espaciales múltiples en un arreglo jerárquico, con “variables manejables” identificadas a cada escala para:
 - a. Integrar el manejo y planeación de los recursos.
 - b. Comparar diferencias en composición, estructura, interacciones y productividad de los elementos biológicos entre las unidades (Albert 1955).
4. *Land Cover and Land use Classifications* (Clasificaciones basadas en la cobertura terrestre y el uso del suelo). Tal es el caso de aquellas desarrolladas a partir de imágenes de satélite orientadas prime-

ramente para manejo de la Tierra o planificación de recursos (Witmer 1978).

Se enfatizan los rasgos más conspicuos de la superficie terrestre que pueden ser fácilmente mapeados, incluyendo la vegetación y otros aspectos culturales o naturales. Puesto que la clasificación de las unidades a mapear dependen de la tecnología, esto puede llevar a inconsistencias.

B. EL PROBLEMA DEL *CONTINUUM* Y LA CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

El concepto del *Continuum* (McIntosh 1967, Curtis y McIntosh 1951, Austin 1985, Whittaker 1967) se basa en la hipótesis individualista de la distribución de las especies que establece que las especies tienen respuestas independientes y distintas al ambiente, por lo tanto, los conjuntos o agrupamientos de las especies tienden a cambiar más o menos gradualmente a través de gradientes ambientales y geográficos, sin límites de separación definidos.

En contraste, el concepto de unidad de comunidad considera que las comunidades son “todos integrados”, combinaciones repetibles de especies que se presentan conjuntamente y en donde todas las comunidades están sucesionalmente dirigidas hacia puntos finales o etapas finales estables (comunidades climax).

Esto desató un debate profundo, pero actualmente existe consenso en torno a que el concepto de *Continuum* ofrece una visión más realista de los patrones de vegetación. Hay también un reconocimiento de que las especies que se encuentran en ciertas áreas están estructuradas en cierto grado por interacciones con otras y con su medio ambiente, de tal modo que ciertas combinaciones de especies pueden repetirse.

Otros estudios indican que la distribución de las especies puede deberse a una variedad de factores, además de las respuestas a gradientes ambientales, que incluyen interacciones de las especies, disturbios e historias pasadas.

Un punto de vista intermedio ha sido usado ampliamente para guiar la clasificación de la vegetación. Este es el “concepto de unidad sistemática”, tipificada en el enfoque Braun-Blanquetiano. Según Kimmins (1997) este enfoque “reconoce la realidad de las distribuciones continuas de las especies, pero enfatiza las interacciones

de las especies que llevan a discontinuidades relativas, entre conjuntos de especies”.

Así, aunque hay una variación continua en la composición florística (de especies) a lo largo de gradientes ambientales, en algunos lugares el nivel de cambio en la composición es bajo (dentro de un tipo de vegetación); mientras que en otros, el nivel de cambio en la composición (florística o de especies) es alto, por ejemplo en áreas de transición entre tipos de vegetación. Las comunidades vegetales naturales son agrupamientos discretos de especies vegetales. La clasificación parte del supuesto que es razonable separar un *continuum* de variación en la composición florística de la vegetación y la estructura en una serie de clases algo arbitrarias. La uniformidad florística y fisonómica ha sido aceptada ampliamente como un criterio útil para definir estas clases.

Considerando el concepto de *Continuum* de la vegetación en la clasificación según Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), pueden establecerse algunos rasgos de las comunidades:

1. Combinaciones similares de especies se repiten de “stand a stand” (de lugar a lugar), ó entre unidades de muestreo.
2. Dos “stands” (o unidades de muestreo) no son exactamente iguales. Ni en tiempo, ni en espacio.
3. Los agrupamientos de especies cambian más o menos continuamente, si uno muestrea comunidades ampliamente distribuidas geográficamente.
4. Se puede añadir que la similitud depende de la escala de análisis temporal y espacial y requiere de algunos acuerdos en las definiciones de la unidad de muestreo. Sin negar la idea de un *Continuum*, la realidad muestra que algunas comunidades vegetales tienen límites muy marcados y no responden a una distribución gradual en un ambiente cambiante.

C. VEGETACIÓN NATURAL CONTRA VEGETACIÓN CULTURAL

La vegetación puede cambiar de natural a cultivada. Los extremos entre una y otra son fáciles de reconocer, pero a veces existe toda una gradación, debido al tipo e intensidad de los disturbios, lo cual se refleja en una gran variación tanto entre la composición florística, así como en la estructura de la vegetación a lo

largo del paisaje. Los límites entre una y otra pueden ser difíciles de establecer y a menudo son arbitrarios, especialmente en etapas serales de varios años.

Cuando la conservación de las especies nativas y los procesos ecológicos son el interés principal, la definición de “natural” ha enfatizado a las comunidades donde las especies nativas predominan.

D. VEGETACIÓN REAL (EXISTENTE) CONTRA VEGETACIÓN POTENCIAL

Los sistemas de clasificación de la vegetación pueden basarse en la vegetación existente o en la potencial. Las clasificaciones basadas sobre la primera categorizan unidades con poca referencia a un futuro potencial. Estas clases de vegetación se derivan de la expresión de la composición florística y la variación estructural. Tales tipos o clases pueden ser usados para hipotetizar o interpretar procesos basados en el conocimiento ecológico o en modelos.

En contraste, las clasificaciones que enfatizan la vegetación natural potencial se basan o están proyectadas (hipotetizadas) en el desarrollo de etapas finales o maduras de la vegetación. En palabras de Tüxen (1956 En: Muller-Dombois y Ellenberg 1974): [La vegetación natural potencial sería] “la estructura de la vegetación que se establecería si todas las secuencias sucesionales fuesen completadas sin la interferencia del hombre, bajo las condiciones edáficas y climáticas presentes (incluyendo aquellas creadas por el hombre).”

En una clasificación basada en la vegetación existente, cada una de las etapas serales puede ser clasificada separadamente, dependiendo de sus características florísticas y fisonómicas y el grado de persistencia. Por razones prácticas, la persistencia se juzga en períodos de tiempos medidos en décadas, *sensu* Mueller-Dombois y Ellenberg (1974). La propuesta presentada considera sólo la vegetación actual y no la potencial, aunque con información indirecta (uso de información antigua y especies remanentes) puede servir para caracterizar la vegetación de un ambiente hoy, muy diferente.

E. CARACTERÍSTICAS FISONÓMICAS CONTRA FLORÍSTICAS

Muchos sistemas de clasificación de la vegetación, ya sea que estén basados en la vegetación natural potencial o en la existente, pueden dividirse en aquellos

que se basan predominantemente en caracteres fisonómicos o en caracteres florísticos así como en una combinación de ambos.

Los sistemas fisonómicos han sido usados para escalas gruesas o burdas y los caracteres florísticos se han usado tanto para escalas finas como para escalas más amplias.

La *fisonomía* puede referirse, en un sentido amplio, tanto a la estructura, (altura y espaciamiento), a las formas de crecimiento (morfología gruesa y forma o aspecto del crecimiento) de las especies predominantes y a los caracteres foliares (estacionalidad, forma, fenología, duración, talla y textura) de las plantas dominantes o componentes. Estos rasgos proporcionan una forma rápida y eficiente de caracterizar la vegetación.

Los rasgos fisonómicos pueden reconocerse fácilmente en el campo e inclusive pueden usarse con un escaso conocimiento de la flora; especialmente en los trópicos, donde la complejidad florística de la vegetación dificulta una caracterización más adecuada (Fosberg 1961, Beard 1973).

Los sistemas fisonómicos proporcionan generalizaciones de la vegetación en escalas geográficas amplias y proveen información general acerca de las características del ambiente, especialmente el clima, al cual la fisonomía particular puede ser una adaptación (Holdridge 1947, Whittaker 1975, Howard y Michell 1985, Walter 1985).

La unidad básica de cualquier clasificación fisonómica es la formación: “Un tipo de comunidad definida por la dominancia de una forma de crecimiento del estrato superior o dominante de la comunidad, o por una combinación de formas de crecimiento dominantes.” (Whittaker 1962).

En la práctica, las formaciones a veces son definidas por combinaciones variadas de formas de crecimiento dominantes y características del medio ambiente, convencionalmente aceptadas, por ejemplo “matorral desértico siempre verde”, “bosque decídúo aluvial”, “bosque tropical siempre verde”.

Un ejemplo de un sistema de clasificación fisonómico a nivel mundial es el diseñado por la UNESCO (Brockman-Jerosh y Rübel 1930, Rübel 1930, Fosberg 1961 más el panel convocado *ex profeso*: ver Mueller-Dombois y Ellenberg 1974). Esta clasificación se elaboró para proveer la preparación de mapas a escala 1:1,000,000 o más. Es un sistema jerárquico de fisonomía y estructura; algunos factores geográficos y ambientales fueron usados para caracterizar los tipos de vegetación.

Otros conceptos útiles para tener una clasificación y una nomenclatura de las comunidades vegetales son los siguientes:

FORMAS DE VIDA O FORMAS DE CRECIMIENTO. Las plantas superiores desarrollan tres grandes tipos de formas de vida o de crecimiento:

Los árboles: plantas perennes, leñosas, generalmente de más de cuatro m de alto, con un tronco bien definido a partir del cual comienzan a ramificarse. Cuando son dominantes forman los bosques.

Los arbustos o matas: plantas perennes, leñosas, generalmente de más de 0.5 m de altura y ramificadas desde la base. Cuando son dominantes forman los matorrales.

Las hierbas: plantas de consistencia herbácea, es decir, sin tejido secundario o leño; de altura variable, anuales, bianuales o perennes. Cuando son dominantes forman los herbazales (incluyendo los pastizales).

A veces se designa con el nombre de *arborescentes* a aquellas plantas que alcanzan la altura de los árboles pero sin presentar un eje o tronco bien definido aunque tampoco tan ramificado como los arbustos. A veces se emplea el término para referirse a plantas que han alcanzado el aspecto o la altura de un árbol como los helechos arborescentes. Frecuentemente se intercalan tanto en bosques, matorrales e incluso en herbazales, principalmente pastizales.

Dado el carácter tan particular de estas formas de crecimiento, diferentes autores han considerado algunas de sus características para clasificar a las comunidades vegetales.

La dominancia de las formas de vida en las comunidades vegetales le dan su fisonomía, estructura y fenología. Estos parámetros se han usado para diferenciar y clasificar la vegetación.

F. SISTEMAS FLORÍSTICOS

Para definir los tipos de vegetación estos sistemas utilizan la composición florística de los grupos de especies más que los patrones fisonómicos de las especies dominantes. Patrones de sucesión, disturbio, historia (incluyendo paleoecología) y comunidades vegetales pueden determinarse mejor con la composición florística que con la fisonomía, la estructura y la fenología.

G. SISTEMAS FISONÓMICO-ESTRUCTURALES

Dansereau (1957) define la estructura de la vegetación como “la organización en el espacio de los individuos que forman un *stand* (y por extensión un tipo de vegetación o una asociación vegetal)” y plantea que los “elementos primarios de la estructura son las formas de crecimiento, la estratificación y la cobertura”. Esta definición aún sigue siendo válida. Sin embargo, el término estructura de la vegetación se usa con diferentes significados. En el sentido más general es usado en todas las investigaciones biológicas como el concepto complementario de función; función relativa a los procesos fisiológicos y estructura de la anatomía y morfología de los objetos bajo estudio.

En ecología de la vegetación uno puede hablar de estructura de la vegetación al menos en cinco niveles:

1. Fisonomía de la vegetación.
2. Estructura de la biomasa.
3. Estructura de las formas de vida.
4. Estructura florística.
5. Estructura del “*stand*” (*relevé*).

Fosberg (1961) hace una clara distinción entre la fisonomía y la estructura, y define a la fisonomía de la vegetación como la apariencia externa. La fisonomía en este sentido es el resultado en parte de la estructura de la biomasa, fenómeno funcional y las características gruesas de la composición, tales como lo lujurioso o la xeromorfia relativa de la comunidad.

H. EL CONCEPTO DE COMUNIDAD VEGETAL

La comunidad vegetal puede definirse como la colección de especies vegetales que crecen en una localidad determinada y que muestran una asociación o afinidad definida una con otra. Así una comunidad vegetal puede ser el césped o prado de un sitio, un matorral espinoso, un bosque de pinos, etc. Existe todavía un gran debate acerca de la existencia o no de la comunidad vegetal. Sin embargo, una gran mayoría está de acuerdo en la existencia de las comunidades vegetales que se repiten en el espacio. El punto de vista más realista es probablemente la teoría de la “comunidad única” y la idea de que la vegetación de una región particular está distribuida a manera de un mosaico. Estas ideas se derivan de trabajos como el de Whittaker (1953) y otros, quienes lo describen como

“patrón o modelo clímax”, argumentando que en cualquier región, pueden presentarse condiciones muy similares en términos de factores ambientales y presiones bióticas sobre grandes áreas. Donde estas combinaciones se repiten, la vegetación también lo hace de una manera similar a los fragmentos dentro de un mosaico. Sin embargo, casi siempre existe una buena proporción de áreas que constituyen ecotonos entre las comunidades distinguidas.

Un concepto útil en el estudio de la vegetación y en su clasificación es el de gradiente, entendido como “el grado de variación de una magnitud en relación con la unidad... la medida de la variación de un elemento meteorológico en función de la distancia y dirección”. Por extensión puede hablarse de un gradiente ambiental en el cual se presenta una variación de los factores ecológicos en función de la distancia, la elevación, la dirección o el sustrato geológico; otros gradientes pueden referirse a variaciones edáficas.

I. CLASIFICACIÓN FISONÓMICA-ECOLÓGICA DE LAS FORMACIONES VEGETALES DEL MUNDO

Esta propuesta se deriva de un grupo de trabajo sobre clasificación y mapeo de vegetación convocado por la UNESCO y cuyos antecedentes se remontan a 1964, 1965, 1966. La versión final fue revisada por Ellenberg y Mueller-Dombois en 1967, con la participación entre otros de Gaussen, Budowski, Ellenberg, Fränze, Germain, Küchler, Lebrun, D-Poore y Sochara. Esta clasificación fisonómica fue desarrollada como base para mapear la vegetación del mundo en una escala 1:1,000,000 o más pequeña. Pensando que podría hacerse una comparación global de hábitats ecológicos indicados por combinaciones iguales de formas de vida de plantas o formas de vida vegetales.

En este contexto, las formaciones vegetales y otras divisiones fueron concebidas como combinaciones de formas de vida vegetales, es decir, como unidades fisonómicas. Para nombrarlas se han introducido términos ecológicos y hasta donde fue posible, las definiciones se basaron en criterios fisonómicos. Como unidades de vegetación, se distinguen:

Clases de formaciones. Por ejemplo: bosques cerrados; bosques abiertos (*woodlands*); matorrales (*scrub*, *shrublands* o *thickets*); matorrales enanos y comunidades relacionadas; comunidades herbáceas terrestres;

formaciones de plantas acuáticas; áreas desérticas y áreas cubiertas escasamente por vegetación.

Subclases de formaciones. Ejemplos: bosques principalmente siempre verdes o perennifolios; bosques tropicales y subtropicales estacionales siempre verdes; bosques tropicales y subtropicales semidecíduos, etc.

Grupos de formaciones. Bosques umbrófilos tropicales (también llamados *tropical rain forests* o bosques lluviosos tropicales).

Formaciones. Bosques umbrófilos tropicales de tierras bajas; bosques umbrófilos tropicales submontanos.

Subformaciones: 1) de latifoliadas o 2) aciculifolios o esclerófilos y Subdivisiones posteriores.

J. SISTEMA NACIONAL DE CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LOS EE.UU. (NVCS)

El proyecto *National GAP Analysis Project of the Biological Resources Division of the U.S. Geological Service*, tiene como objetivos: proveer de información espacial explícita para la conservación de la diversidad biológica; contribuir en el ámbito estatal, regional y nacional al conocimiento y estado de conservación de las especies nativas de vertebrados y la cobertura terrestre natural de Estados Unidos de Norteamérica. Con esta información facilita las actividades inherentes al manejo y conservación de la tierra.

Los *GAP Analysis* han sido usados en diferentes estados de la Unión Americana para diferentes fines, como evaluar comunidades vegetales en riesgo, conocer la distribución de especies vegetales, el mapeo de la vegetación, etc. En la estructura jerárquica, de los siete niveles usados en el NVCS, los cinco superiores, están basados en la fisonomía, mientras que los dos inferiores, la Alianza y la Asociación, están basados en la florística. La clasificación jerárquica parte de la propuesta de la UNESCO (1973).

Las clases florísticas con este sistema son: *Alliance* (Alianza) y *Association* (Asociación).

La *Alianza* es un grupo de asociaciones de plantas o asociaciones vegetales fisonómicamente uniformes, que comparten una o más especies diagnósticas (dominantes, indicadoras o “carácter”) la cual o las cuales, como regla, se encuentran en un estrato superior de la vegetación. El nivel de Alianza considera los tipos de vegetación existentes (no sólo los “clímax” o potenciales). Ejemplos de ello son: *Pithecellobium ebano* “Forest Alliance”, *Acer rubrum*, *Liquidambar styraciflua* “Forest Alliance”; *Pseudotsuga menziesii*

Woodland Alliance”, *Schizachyrium scoparium* Wooded Herbaceous Alliance”, *Asplenium montanum*, Spar-sely Vegetated Alliance.

La *Asociación* es el nivel más fino del sistema de clasificación. Se considera como una asociación vegetal individual o un complejo repetido de asociaciones vegetales. Estas asociaciones tienen una composición florística definida, una fisonomía uniforme y representan condiciones de hábitat uniformes.

El concepto de Asociación vegetal se aplica a la vegetación existente, sin considerar su *status*, con la sucesión o el grado de disturbio. Tenemos como ejemplos: *Pithecellobium ebano*, *Ehretia anacua*, *Condalia hookeri*, Forest; *Acer rubrum*, *Liquidambar styraciflua*, *Populus heterophylla* Forest; *Pseudotsuga menziesii*, *Festuca idahoensis* Woodland, etc.

Burk, Parker, Sims y González-Rebeles (1998) propusieron la aplicación del enfoque metodológico del *GAP Analysis* para el estudio geográfico de las tierras adyacentes al sur del río Bravo en México. En este estudio, González-Medrano (1999) hizo una Adaptación del Sistema Nacional de Clasificación de la Vegetación (NVCS 1993) de los EE.UU. usado en los *GAP Analysis* para la clasificación de la vegetación de la faja fronteriza del mencionado río. En este trabajo las unidades se definieron usando rasgos de la comunidad que fueran más importantes u obvios para su caracterización o para distinguir una comunidad de otras. Estos rasgos incluyeron la composición florística (a nivel de especie), regímenes climáticos y geográficos, factores ambientales importantes (tales como posición de la comunidad vegetal en el paisaje, tipo de roca o tipo de suelo) así como la fisonomía y la cobertura.

En marzo del año 2002, en Quito, Ecuador, se llevó a cabo una reunión de expertos en vegetación y su clasificación en América Latina. Uno de los aspectos coincidentes en las expectativas de los participantes fue... “definir la forma de ensamblar en un sistema de clasificación, los niveles de clasificación florística más detallados (fitosociológicos)”. Sin embargo, hay muy pocas áreas dentro de América Latina, y en especial de México, que hayan sido estudiadas a nivel fitosociológico. No existe el mismo nivel de información para toda la región, las metodologías usadas para este tipo de trabajos no han sido uniformes y, en algunos casos, aunque se cuenta con información florística general de las comunidades vegetales, obtenida a través de métodos fitosociológicos, puede suceder que sólo se tengan listas (listados) de la composición florística de

la comunidad estudiada, las cuales pueden ser útiles; sin embargo, si la finalidad es lograr una diferenciación y nominación de unidades de vegetación a nivel subregional o local con base en la composición florística, este enfoque resulta limitado.

Para resumir: en nuestro país la información florística obtenida del estudio de las comunidades vegetales se ha enfocado, por un lado, a definir unidades fitogeográficas por medio de métodos fitosociológicos y por otro, esta información se ha usado para establecer unidades sinecológicas, es decir, definir sinecias (colectividades vegetales y su medio), formaciones o tipos de vegetación, y a su vez, subdividir las un tanto arbitrariamente en unidades subordinadas, como asociaciones, o más puntualmente como consociaciones. Sin embargo, como ya se señaló, el diferente grado en el conocimiento florístico de las comunidades vegetales de nuestro país dificulta en gran medida el clasificar unidades de vegetación basadas en la composición florística.

Las consideraciones anteriores se hicieron pensando en las comunidades vegetales, que poca o ninguna (¿?) perturbación o disturbio han tenido como resultado de actividades antropogénicas, es decir, la vegetación primaria. No obstante, una porción bastante considerable de la vegetación que puebla el territorio nacional está constituida por comunidades vegetales originadas a partir de la destrucción de la vegetación primaria, las cuales pueden encontrarse en fases de recuperación, con una tendencia a restaurar la condición original, o bien denotando claramente una etapa sucesional secundaria, con un aspecto y una composición florística muy diferentes a la original. Se estima que la vegetación secundaria ocupa alrededor del 45% del territorio nacional.

Dependiendo de la vegetación original, de su edad, del ambiente bajo el cual se ha desarrollado y de otros factores, se pueden diferenciar comunidades vegetales que corresponden a etapas sucesionales secundarias, en las que predominan formas de vida arbóreas, arbustivas y herbáceas. La composición florística (principalmente las dominantes) de las diferentes etapas sucesionales, son elementos importantísimos para entender la evolución, las tendencias sucesionales y el dinamismo de la vegetación.

Finalmente, el concepto de *Vegetación clímax* se refiere a la etapa final de equilibrio dinámico en la sucesión vegetal. Indica una etapa de mayor madurez en la sucesión. Es de entenderse que algunas series o

sucesiones de la vegetación no van más allá de cierto grado no muy elevado en su madurez, como en el caso de la vegetación de las dunas o de las praderas o pastizales. Algunos autores consideran que esta etapa de equilibrio dinámico se logra principalmente con el factor clima y hablan de un clímax climático, aunque no en el sentido clementsiano del término. Otros, por el contrario, consideran que la etapa de madurez y equilibrio dinámico de la comunidad vegetal se alcanza dentro del marco impuesto por el sustrato

geológico o por el tipo de suelo y hablan entonces de un clímax edáfico. Finalmente, algunos consideran que una comunidad clímax es aquella que no muestra evidencias de reemplazo y que ha alcanzado una etapa de equilibrio dinámico con los factores del ambiente principalmente el clima.

En otro contexto, y en menor escala, la composición florística de los elementos subordinados también tiene interés para completar la información anterior.

IV. CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA DE LA VEGETACIÓN DE MÉXICO

1. LA CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE MÉXICO

Los antecedentes sobre la vegetación de la cubierta vegetal se remontan a los trabajos de Martens y Galeotti (1842) y Richard y Galeotti (1844). Hacia 1899 Ramírez establece la diferencia de las regiones geográfico botánicas de México, ya esbozadas en el trabajo de Martens y Galeotti (*op. cit.*), aunque dicha obra resultó más bien una clasificación climática del país en donde distingue lo que Ramírez llama regiones geográfico-botánicas.

Los trabajos más antiguos en los que se comienza a abordar el problema de la clasificación de la vegetación de México son los de Ochoterena (1918 y 1923) y en especial el de 1937 sobre los esquemas biotípicos y sinecias característicos de las regiones geográfico botánicas de México. En él ubica para cada una de sus regiones geográficas las formas de vida y las sinecias o comunidades vegetales que las conforman, completándolo con fotos, descripciones y listas breves de las especies más características. El trabajo de Leopold (1950) sobre zonas de vegetación de México es una una propuesta formal de clasificación de las comunidades vegetales, más elaborada que las anteriores, con un mapa de la vegetación, en donde proporciona una estimación de la superficie que cada tipo de vegetación ocupa en el territorio mexicano.

Sin embargo, no fue sino hasta la aparición del trabajo de Miranda y Hernández-X. (1963) cuando se presenta una propuesta más formal, más acabada,

de la clasificación y la nomenclatura de los tipos de vegetación de México. Trabajos posteriores (Gómez Pompa 1965, Pennington y Sarukhán 1968, Flores Mata *et al.* 1971), siguieron básicamente las ideas propuestas de Miranda y Hernández-X. Cabría hacer una excepción a esta generalización en la obra de Aubreville (1962) y en la de González Quintero (1968).

Con la aparición del estudio de Rzedowski (1978) sobre la vegetación de México, se integra una gran cantidad de información acerca de las comunidades vegetales de nuestro país, así como parte de sus caracteres ecológicos, su distribución, y sus rasgos fitogeográficos, entre otros. Sin embargo, en relación con la clasificación y con la nomenclatura de las comunidades vegetales del territorio nacional, el propio autor escribió... “la elaboración de una nueva clasificación de la vegetación de México no figura entre sus objetivos inmediatos, y en su opinión más vale esperar para hacerlo hasta que nuevas y más profundas aportaciones permitan abordar el problema a nivel más apropiado y ofrecer así un cuadro realmente satisfactorio para todo tipo de usuarios.” (Rzedowski 1978: 154)

Este autor reconoce diez tipos principales de vegetación y acepta que el sistema que propone adolece del defecto común a casi todas las clasificaciones de la vegetación que se han usado en México, y que consiste en la heterogeneidad de los criterios básicos empleados para definir las unidades, pues los hay fisonómicos, de naturaleza florística y también otros definidos por el medio.

Así, la ausencia de un principio básico que sirviera de base para la clasificación, ha contribuido (y lo sigue haciendo) a la proliferación de categorías, nombres y sistemas nuevos. Acepta que algunas de las unidades de vegetación reconocidas no pueden catalogarse como clímax climáticos, es decir, comunidades bióticas estables en función de los factores del medio físico en que viven, principalmente el clima. Así, la existencia de algunas unidades de vegetación están estrechamente vinculadas con una característica particular del sustrato, por ejemplo, las comunidades de acuáticas y subacuáticas, algunos palmares, zacatales o comunidades de halófitas.

Como hemos visto, al clasificar las comunidades vegetales se toma en cuenta la composición florística, las formas de vida de las plantas, la fisonomía y la estructura de la comunidad, así como algunos rasgos del ambiente o la distribución geográfica de las plantas. Un enfoque por demás útil toma en cuenta la fisonomía, la estructura y la fenología de las comunidades vegetales.

Fosberg (1961) establece una clara distinción entre fisonomía y estructura y define a la fisonomía como la apariencia externa de la vegetación. La estructura expresa la distribución de las plantas en el espacio, en sentido vertical, lo que da la estratificación o la diferenciación de la comunidad en estratos y la cobertura, que es la distribución de las formas de vida en sentido horizontal; ambos parámetros estratificación y cobertura son conceptos cuantitativos.

La fenología es un concepto cualitativo que denota la apariencia, el aspecto de la comunidad y se considera una expresión de la respuesta que tienen las plantas ante algunas características del ambiente como la precipitación y la temperatura o el tipo de suelo donde se desarrollan, y que se manifiesta en la pérdida del follaje, los tiempos de floración, la exfoliación de los tallos, el desarrollo de tejidos crasos, la esclerofilia, etc. Su distribución en el espacio en sentido vertical da lugar a la estratificación o la diferenciación de la comunidad en estratos y la distribución en sentido horizontal proporciona otro parámetro cuantitativo, la cobertura.

El enfoque fisonómico, estructural y fenológico para clasificar a las comunidades vegetales destaca las características de las formas de vida o biotipos: árboles, arbustos, hierbas, graminoides, etc. Se parte de la idea que las formas de vida de las plantas son el resultado de la interacción que se establece entre la infor-

mación genética de los individuos y las características selectivas del ambiente, de tal manera que las formas de vida expresan el entorno natural en el cual se han desarrollado. Por lo tanto, las comunidades vegetales naturales, conformadas por las formas de vida que las constituyen, tienden, igualmente, a reflejar las condiciones del hábitat bajo el cual han evolucionado. Este carácter indicador de la vegetación es extraordinariamente útil.

Con el enfoque fisonómico estructural para la clasificación se hace uso de una serie de términos y conceptos que es conveniente aclarar. Así, la fisonomía en geobotánica es el carácter de la formación dado por la forma biológica de sus componentes. La forma biológica (sinónimo, biotipo) resulta la categoría donde se incluyen los vegetales (independientemente de su posición sistemática) que concuerdan fundamentalmente en su estructura morfológico-biológica y de un modo especial en los caracteres relacionados con la adaptación al ambiente. Por ejemplo: árbol, arbusto, hierba, etc., corresponden a formas biológicas.

El biotipo es el conjunto de fenotipos que corresponden al mismo genotipo. Es sinónimo de forma biológica y de tipo biológico. Por su parte, la fenología es la forma contracta de fenomenología: estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico, como la brotación, la florecencia, la maduración de los frutos, etc. Como es natural, estos fenómenos se relacionan con el clima de la localidad en que ocurren y viceversa; de la fenología se pueden sacar consecuencias relativas al clima y especialmente al microclima, cuando ni uno ni otro se conocen debidamente. Por su etimología, es el estudio de los fenómenos que se suceden en el desarrollo de una especie o de una sinecia.

La fenología de una sinecia depende no sólo de la naturaleza de sus componentes y del dinamismo del medio, sino también de la influencia recíproca entre sus componentes: así, en un bosque caducifolio, el periodo áfilo ofrecerá un medio favorable para las plantas heliófilas.

Sinecología: es el término geobotánico que, en sentido amplio, es sinónimo de fitosociología y en un sentido estricto es la parte de la ecología que “estudia las relaciones entre las colectividades vegetales o sinecias y su medio”, tal como ha sido aceptado desde 1910 en el Congreso Internacional de Bruselas.

Sociación (del latín *sociatio*, *onis*, asociación). Algunos geobotánicos norteamericanos dan este nom-

bre a las “sociedades” de carácter periódico, es decir, a los grupos de “subdominantes” que sólo tienen un papel importante en la vegetación durante una época del año.

La sucesión. Se considera como una serie de cambios florísticamente distinguibles en las comunidades vegetales a lo largo del tiempo (Moravec 1992).

Consociación: concepto utilizado por los geobotánicos norteamericanos, y que sirve para caracterizar la dominancia de una especie; equivalente a *consociato* en la nomenclatura de sociabilidad de H. del Villar, y que indica el dominio de una sola especie en la asociación.

Formación: término introducido por Grisebach en 1838, con un sentido claramente fisonómico. La Comisión de nomenclatura propuso definirla como “la expresión actual de determinadas condiciones de vida”, añadiendo que “se compone de asociaciones que se diferencian en su composición florística pero coinciden en primer término en las condiciones estacionales y en segundo lugar en sus formas biológicas.

Actualmente hay una tendencia clara a establecer una diferencia neta entre formación y asociación, conservando estas palabras sus valores etimológicos e históricos.

Por su parte, H. del Villar definió la formación como: “Una cohabitación botánica individualizada por la forma biológica que en ella domina”. Equivale, por lo tanto, a la *sinecia* o *fitocenosis* (desde el punto de vista biotípico). Así, la formación puede expresarse en términos comunes como bosque, prado, estepa, sabana, espinar, chaparral, etc., o más técnicamente: bosque perennifolio esclerófilo.

Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) consideran las formaciones, como aquellas comunidades vegetales dominadas por una forma de vida particular (árbol, arbusto, subfrutice) y que se desarrollan en hábitats similares.

Tipo de vegetación: es una unidad fitogeográfica muy amplia de tipo ecológico y fisonómico; por ejemplo el bosque, el prado, etc.

Bioma (biomes): es el término originalmente propuesto por Clements (1916) con el significado de comunidad biótica, integrada por plantas y animales. Posteriormente, Shelford (1935), Carpenter (1939) y otros han precisado su sentido y le han dado una extensión coincidente con la de formación clímax. Según estos autores, el bioma se caracteriza por la uniformidad fisonómica de la clímax vegetal y por los

animales influyentes; posee una constitución biótica característica.

Asociación: Se le atribuye a Humboldt (1805) el empleo de este término por vez primera para hacer referencia a la composición florística (es decir, sistemática de la colectividad vegetal). Con esta significación fue propuesta por Flahault en el Congreso de Botánica de París en 1900.

La Comisión de nomenclatura del Congreso de Bruselas 1910 la definió como: “una colectividad vegetal de composición florística determinada, unidad de condiciones estacionales y unidad fisonómica: es la unidad fundamental de la sinecología”.

Por su parte, en el Congreso Internacional de Amsterdam (1935) se acordó que en lo sucesivo, el término asociación sólo se emplearía para unidades definidas por la posesión de especies características y diferenciales en el sentido de la escuela Zurich-Montpellier, o por lo menos, para unidades del mismo orden de importancia. Los geobotánicos norteamericanos emplean el término para designar subdivisiones de primer orden de la formación climax.

Flahault y Shroter (1910, citados por Moravec 1992), consideran la asociación como una comunidad vegetal tipo, de composición florística definida y condiciones de fisonomía y hábitat uniformes. Por su parte Braun Blanquet (1921, citado por Moravec 1992) consideró a la asociación como: una comunidad vegetal caracterizada por rasgos florísticos y sociológicos (organizacionales) definidos y que muestran una cierta independencia por la presencia de especies características (exclusivas, selectivas y preferenciales).

Otros autores como Beard (1978) consideran que las asociaciones clímax, es decir, las comunidades vegetales aparentemente maduras, estables e integradas, pueden agruparse de acuerdo con su estructura y fisonomía en formaciones. Por lo tanto, la formación es un grupo fisonómico y es independiente de su flora.

Beard (1955) introduce el concepto de series de formaciones para referirse a comunidades vegetales (formaciones) ecológicamente relacionadas en un gradiente ambiental, por ejemplo, las formaciones que se desarrollan en una región montañosa. La gran unidad de vegetación que Rzedowski (1978) define como matorral xerófilo, correspondería a una serie de formaciones, pues el concepto que maneja agrupa a todos los matorrales xerófilos como tipos de vegetación o formaciones xerófilas de México.

Concretamente, hay un agrupamiento a tres niveles:

- . Un agrupamiento florístico: La asociación (o la consociación);
- . Un agrupamiento fisonómico, la formación y
- . Un agrupamiento de hábitat o ecológico, las series de formaciones. Por ejemplo: la asociación *Larrea-Flourensia*; la formación matorral inerme parvifolio; la serie de formaciones matorrales xerófilos y el bioma matorrales, entre otros.

En México el término tipo de vegetación se ha usado extensamente debido a la influencia que Miranda y Hernández-X. (1963) y Rzedowski (1978) ejercieron en el desarrollo de la ecología de la vegetación de nuestro país. Aunque Miranda y Hernández X. (*op. cit.*), en su trabajo sobre tipos de vegetación de México hacen mención de las formaciones vegetales, no insisten en que sean equivalentes a los tipos de vegetación, por lo que el término Tipo de Vegetación ha persistido en nuestro ambiente botánico.

2. CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES

La *flora* de una región determinada está constituida por el conjunto de taxa o taxones (especies, géneros, familias), esto es, su composición florística; por su parte, la *vegetación* está conformada por el agrupamiento de las formas de vida que tienen las especies para constituir las comunidades vegetales.

La ecología de la vegetación se refiere no solamente a la identificación de las comunidades vegetales (la vegetación en sí de un área), sino también pretende determinar cómo están relacionadas estas comunidades entre sí y con los factores ambientales. El término ecología de la vegetación es equivalente a la sociología botánica de las escuelas europeas de ecología y a la sinecología (ecología de comunidades vegetales o ecología vegetal) de los autores anglo-americanos.

En sentido estricto, la sinecología se entiende como aquella parte de la ecología que “estudia las relaciones entre las colectividades vegetales o sinecias y su medio”. En este sentido fue aceptado por la Ponencia de Nomenclatura del Congreso Internacional de Botánica de Bruselas, 1912.

Es importante mencionar que existen diferentes criterios para clasificar a las comunidades vege-

tales. Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) mencionan los límites y posibilidades en la clasificación de la vegetación en relación con la distribución de las plantas y su clasificación. Destacan que todos aquellos que han llevado a cabo un gran número de muestreos de vegetación han coincidido en que:

1. Condiciones similares de especies se repiten bajo condiciones parecidas de hábitat, aun en localidades geográficamente separadas.
2. Que dos muestreos de vegetación (*relevé*, *stand*, estación, *plot*, parcela) no son exactamente iguales y que aunque estuviesen muy cercanos y en hábitat equivalentes, muestran ciertas diferencias uno del otro.
3. Que la asociación de especies cambia más o menos continuamente si se muestrea una comunidad grande o ampliamente distribuida. En consecuencia, las combinaciones de especies que se repiten están correlacionadas, obviamente, con su ambiente. De cualquier modo, estas combinaciones de especies son variables, aunque este aspecto resulta en principio ilimitado, puesto que la comunidad vegetal carece de un carácter organísmico (de organismo).

Estas tres generalizaciones definen las posibilidades y los límites de una clasificación sistemática de las comunidades vegetales. Es posible, sin duda, ordenar las numerosas y altamente variables comunidades vegetales en un sistema amplio y comprensivo. Sin embargo, esto puede lograrse si uno abstrae propiedades particulares de las comunidades individuales. Pero tal arreglo ordenado sólo es aplicable a un área geográficamente limitada, de significado regional y no puede ser extrapolado a un área mayor sin un estudio adicional.

A diferencia de las poblaciones de plantas y animales que tienen interrelaciones genéticas, las interrelaciones de las comunidades vegetales en una clase de vegetación consisten de ciertas similitudes en combinación de plantas y sus causas de desarrollo. Una clase de vegetación o tipo de comunidad es solamente el resultado de obtener ciertas similitudes de un número de comunidades concretas.

3. CRITERIOS Y SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Las comunidades vegetales pueden clasificarse tomando en cuenta diferentes criterios:

- I. Propiedades de la vegetación misma.
 - A.- Criterios fisonómicos y estructurales.
 - 1.- Formas de vida o de crecimiento.
 - a) Formas de vida dominantes.
 - b) Combinaciones de formas de vida.
 - 2.- Estratificación vertical.
 - 3.- Periodicidad.
 - B.- Criterios florísticos.
 - 1.- Una sola especie de planta (en casos especiales 2 ó 3 especies).
 - a) La especie dominante (en términos de altura, o cobertura o una combinación de ambas).
 - b) Las especies más frecuentes (o las especies más numerosas).
 2. Ciertos grupos de especies de plantas.
 - a) Grupos de plantas estadísticamente derivados.
 - 1) Especies constantes (siempre presentes).
 - 2) Especies diferenciales (o segregadas).
 - 3) Especies clave (indicadoras o diagnóstico).
 - b) Grupos de plantas derivadas sin usar estadísticas de la vegetación.
 - 1) Especies del mismo significado ecológico.
 - 2) Especies de la misma distribución geográfica.
 - 3) Especies del mismo significado dinámico.
 - c) Criterios de relación numérica (coeficientes de comunidad).
 - 1) Entre especies diferentes.
 - 2) Entre comunidades diferentes.
 - II. Propiedades externas de la vegetación.
 - A.- La supuesta etapa final en el desarrollo de la vegetación (clímax).
 - 1.- Definida por combinaciones de formas de vida.
 - 2.- Definidas por criterios florísticos.
 - B.- El hábitat o el medio ambiente.
 - 1.- Ciertos factores del sitio.
 - a) Clima.
 - b) Relaciones con el agua.
 - c) Suelos.
 - d) Influencias antropogénicas (prácticas de manejo).

- 2.- Combinación de factores del sitio
- C.- Localización geográfica de comunidades.

III. Propiedades que combinan tanto la vegetación como el ambiente.

- A.- Por un análisis independiente de la vegetación (en el sentido I) y un análisis independiente de los componentes ambientales y su subsecuente correlación (por ejemplo, a través de la superposición de unidades mapeables).
- B.- Por análisis combinado de vegetación y medio ambiente, haciendo énfasis sobre las interdependencias en un sentido funcional (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974).

Por otra parte, Whittaker (1978), en un trabajo muy bien documentado distingue grandes enfoques en la clasificación de las comunidades vegetales:

UNIDADES FISONÓMICAS

Las primeras clasificaciones de la vegetación estuvieron basadas en su fisonomía y su estructura. La primera estaba definida por los tipos estructurales de las plantas o formas de crecimiento (por ejemplo, gramíneas o árboles latifoliados y caducifolios) que dominan o son más conspicuos en las comunidades. Es decir, las formas de vida o formas de crecimiento de las plantas dominantes.

Una comunidad tipo sobre un continente dado, definida por la dominancia de las formas de crecimiento (y los grandes rasgos del ambiente) es una *formación*. Un agrupamiento de formaciones similares que se presentan en climas similares de los diferentes continentes es una *formación-tipo*. Estos conceptos han sido la base de extensas investigaciones en biogeografía. Los ecólogos interesados tanto en plantas como en animales a veces han usado como unidades correspondientes al bioma y al “bioma-tipo”.

UNIDADES AMBIENTALES

Las unidades fisonómicas clasifican a la vegetación por su estructura como una expresión del medio ambiente. Es posible tomar este enfoque y clasificar los ambientes por sí mismos, guiados por la idea de que las unidades ambientales también podrían ser caracterizadas por diferencias en la estructura. Algunos

sistemas de clasificación de climas (Köppen o Thornthwaite) pretenden definir unidades climáticas que podrían corresponder a grandes formaciones-tipo.

Algunos especialistas han tratado de definir zonas altitudinales basándose principalmente en el clima. Holdridge (1947) realiza una clasificación de las zonas climáticas empleando tanto la temperatura como las condiciones de humedad y pretende asignar las formaciones-tipo del mundo a éstas.

UNIDADES DEL PAISAJE

Debido a las numerosas facetas o características de las comunidades y sus interacciones funcionales con el ambiente, es natural considerar que, tanto las características de las comunidades como las del ambiente deben tomarse en cuenta conjuntamente en su clasificación. Las unidades del paisaje se han considerado en dos niveles:

Paisajes. Se consideran todas las características para definir las unidades geográficas o unidades del paisaje: clima, sustrato geológico, topografía, flora, fauna, tipos de comunidades naturales y la influencia del hombre sobre el ambiente. Usando los paisajes como un todo se tratan como unidades o se agrupan en clases, considerando sus principales características, resultan así los “tipos de paisaje”.

Micropaisajes. Partes homogéneas más pequeñas de la superficie terrestre pueden ser tratadas como ecosistemas, considerando conjuntamente a la comunidad y su medio ambiente y ser así clasificados como tipos de micropaisajes. En Rusia la unidad local de paisaje se ha designado como una biogeocenosis, este concepto ha tenido una influencia extensa sobre la clasificación de los bosques y tipos de biogeocenosis y otros aspectos de la ecología.

ÁREAS BIÓTICAS

En algunos enfoques las áreas geográficas de las especies se enfatizan como base para dividir la superficie de la tierra en unidades bióticas. Entre las especies se distinguen los aspectos de formas de crecimiento y tipos de respuesta ecológica. Estos tipos de respuesta ecológica se prefieren a las formas de vida tradicionales.

El espectro de formas de crecimiento contribuye a la caracterización de la biocenosis-tipo y permite su comparación con otras biocenosis. Las grandes

biocenosis de clima y suelo normales en una faja de vegetación se denominan fitocenosis regionales.

Aunque la definición de las fajas o cinturones de vegetación son en principio florísticas, corresponden, por lo general, a tipos de vegetación regionales que pueden reconocerse por su fisonomía y dominancia.

En los Estados Unidos de América, Dice (1943) reconoció como provincias bióticas a las unidades geográficas caracterizadas por el clima, la fisiografía, los suelos y las comunidades bióticas mayores que se desarrollan en función de éstas. Las provincias bióticas son, en esencia, unidades del paisaje, en cuya definición se enfatizan las comunidades bióticas características. Su uso principal ha sido como unidades biogeográficas o faunísticas apropiados para la interpretación de distribuciones de especies y la diferenciación evolutiva de especies y subespecies.

ZONAS Y SERIES

Algunos enfoques en la clasificación se basan en la división de gradientes de vegetación en segmentos o zonas (zonas de vegetación). Así, diferentes autores reconocieron zonas altitudinales en las montañas de los EE.UU. y han intentado relacionar las zonas con la temperatura en fajas o cinturones transcontinentales. En muchas áreas las zonas se definieron por las especies de plantas dominantes, pero estas áreas fueron también unidades bióticas al establecerse la distribución de especies animales.

En este sentido Beard (1944,1955) relacionó las formaciones de América tropical unas con otras, como series de formaciones, es decir, secuencias de formaciones vegetales a lo largo de gradientes ambientales. Otros autores trabajaron con unidades de vegetación más pequeñas a lo largo de gradientes ambientales y consideraron a estas secuencias como “series ecológicas”.

Todos estos enfoques tienen en común una combinación de la clasificación (dividen los gradientes de la comunidad en unidades, segmentos o zonas) y la ordenación (relacionando estas unidades con otras a lo largo de ejes ambientales).

En muchos casos las unidades son tipos de dominancia, pero en otros tratamientos estas unidades se han definido por el clima, o como formaciones, asociaciones o sociaciones.

Las series ecológicas pueden ser usadas en algunas circunstancias en las cuales se pueden reconocer las

relaciones de los tipos de comunidad con los gradientes ambientales.

El uso de “zonas” implica que un gradiente ambiental tiene un efecto tan grande en la comunidad que otras variables del entorno natural pueden subordinarse a él, y que la vegetación podría expresarlo. Entonces, las comunidades son tratadas como fajas o zonas en relación con ese gradiente complejo. Zonas como tipos de dominancia parecen estar más claramente definidas en comunidades de ambientes más severos, tales como las de macizos montañosos en climas secos y en las costas marinas y litorales de cuerpos de agua.

DOMINANCIA DE ESPECIES

Es natural clasificar así a las comunidades terrestres porque la dominancia, después de la fisonomía, está dada por la(s) especie(s) dominante(s). La clasificación por tipos de dominancia tiene un cierto número de limitaciones pero, a veces, es conveniente y adecuado para los propósitos de un estudio determinado. Varios autores han usado el término asociación para tipos de dominancia, pero sería más conveniente usarlo sólo para las unidades florísticamente concebidas (por ejemplo, el criterio de la escuela de Braun-Blanquet).

DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN

Una secuencia de sucesiones es una “serie ecológica” en el tiempo; la sucesión en diferentes hábitat tiende a converger hacia comunidades clímax, que son más similares entre sí que las primeras etapas de las sucesiones. En consecuencia, como una base para su clasificación, es posible agrupar las diversas comunidades sucesionales de un área alrededor de un tipo de clímax hacia el cual tienden.

Esta combinación de interrelaciones sucesionales con la definición de las comunidades clímax tipo, como formaciones o como tipos de dominancia ha sido aplicada en la ecología de países de habla inglesa. Clements (1916), Shelford (1931) y otros consideran la existencia de una sola comunidad clímax climática para un área dada, hacia la cual convergen todas las sucesiones.

Las comunidades climax fueron concebidas como formaciones y las subdivisiones geográficas de las formaciones se reconocieron como asociaciones. Los tipos sucesionales o en desarrollo fueron reconocidos como sucesiones.

8. UNIDADES DE ESTRATOS

Es posible clasificar fracciones de comunidades vegetales, y en particular usar unidades diferentes de clasificación para los distintos estratos o para formas de vida.

Así, el estrato con árboles, arbustos, yerbas y talofitas, de una comunidad dada puede, en este caso, pertenecer a diferentes unidades y es posible que no exista una correspondencia simple entre estas unidades cuando se observan en una amplia gama de ambientes. Este enfoque sinusal de la vegetación tiene una larga historia (sinusia, synusia, conjunto de plantas que en una comunidad tiene la misma forma de vida y pertenecen al mismo estrato; serían equivalentes a las simorfias de Huguet del Villar). A estas unidades de clasificación se les llama “uniones”.

Es posible clasificar también a las comunidades por combinaciones de uniones (o de especies dominantes de los estratos). Según este enfoque las comunidades vegetales, una combinación de uniones A, B y C, y la otra unión A, D y C, pertenecen a diferentes comunidades tipo. La clasificación de la vegetación por combinaciones de estratos dominantes fue desarrollada por la escuela de Upsala.

TIPOS DE SITIOS FORESTALES

Los tipos de sitios forestales pueden definirse por la composición del sotobosque y usados para indicar el medio ambiente y su potencial para el crecimiento de los árboles del dosel superior. Estos sitios tipo de bosque se agruparon en clases por condiciones de humedad y se arreglaron en series ecológicas en relación con los gradientes ambientales mayores.

CLASIFICACIONES NUMÉRICAS

Se basan directamente en mediciones de similitud relativa, ya sea de la distribución de especies o la composición de las muestras. Por ejemplo, Goodall (1953) usó la ausencia de correlación entre especies como un criterio para la homogeneidad de las unidades de vegetación de niveles bajos. La vegetación con este enfoque se concibe como un patrón multidimensional o red de trabajo de variación, en el cual el *nodum* (nodo) es un punto de referencia abstracto.

UNIDADES FLORÍSTICAS

Finalmente, es posible basar la clasificación de la vegetación en la composición florística de las comunidades, sin menoscabo de las técnicas numéricas. Las muestras de vegetación (*relevés*, muestreos) se agrupan en comunidades tipo por similitud en la composición florística, especialmente por la representación de las especies carácter (o especies clave), cuya distribución está centrada en o limitada en buena medida a una comunidad tipo determinada.

La unidad básica es la asociación. Las asociaciones se agrupan en alianzas, éstas en órdenes, las cuales, a su vez lo hacen en clases para producir una jerarquía formal de clasificación de la comunidad. Una comunidad tipo o unidad de cualquier nivel puede denominarse un *Syntaxon*. Las unidades mayores se pueden definir por la especie-carácter (o especie-clave).

Por su parte, las asociaciones pueden dividirse en subasociaciones y éstas últimas en variantes y facies como unidades de niveles *más bajos*.

SITIOS DE PASTIZAL

En México la Comisión técnico consultiva para la definición regional de los coeficientes de agostadero (COTECOCA) divide los tipos de vegetación o tipos vegetativos en “sitios de pastizal”. Los considera “áreas de terreno que tienen tal combinación de factores edáficos, topográficos, climatológicos y vegetativos que la hacen diferente en potencial forrajero a las áreas adyacentes”. Para cada estado de la República dicha comisión ha diferenciado y cartografiado tanto los tipos de vegetación como los sitios de pastizal, algunos a 1:500,000 y otros a 1:1,000,000.

4. LAS REGIONES CLIMÁTICAS DE MÉXICO Y SU VEGETACIÓN

En México a los términos tropical, subtropical y templado se les ha dado un significado climático más que puramente geográfico y así se han usado para clasificar a la vegetación. Por ejemplo, Leopold (1950) dividió al país en región tropical y templada, incluyó en ésta las zonas áridas y semiáridas, y ubicó en las regiones climáticas las grandes unidades de vegetación que distingue y nombra para México.

La COTECOCA (1994) dividió al país en zonas tropicales, diferenciando el trópico húmedo y el trópico

seco, zonas templadas y zonas áridas y semiáridas como un marco donde ubicar sus esfuerzos de revegetar y reforestar las áreas sujetas a explotación ganadera en el país.

ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

Las zonas áridas ocupan en el país una superficie de 95 millones de hectáreas, lo que equivale al 48.29% del territorio nacional. De este total, la COTECOCA (1994) estima que, alrededor de 39 millones de ha (el 20% aproximadamente) se clasifican como zonas semiáridas y el resto, 28%, corresponde a zonas áridas.

Se localizan principalmente en las partes bajas de Sonora, Baja California, Baja California Sur y en el centro-norte del país, en porciones de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Durango y Tamaulipas.

Una región semiárida se localiza al noreste de México, en parte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Al centro y sur del país se encuentran algunas áreas que tienen condiciones de semiaridez, en parte de los estados de Querétaro, Hidalgo, Puebla, Oaxaca e, inclusive de Guerrero.

La Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA 1994) indica que en las zonas áridas y semiáridas, las temperaturas medias anuales varían desde los 15 °C hasta los 25 °C, con grandes oscilaciones entre los valores medios mensuales, así como entre los máximos y mínimos diarios. Las temperaturas máximas absolutas varían desde los 38 °C a los 49 °C, mientras que las mínimas absolutas oscilan de 0, 2 ó 3 °C hasta los 16 °C.

En cuanto a la precipitación el Atlas Nacional de México (UNAM 1990) indica que las regiones con menos de 125 mm anuales se localizan en el extremo noreste del estado de Sonora, sur y noreste de Baja California y en el extremo noreste de Baja California Sur. Las regiones con precipitaciones que van desde los 125 mm (excluyendo los lugares anteriores) hasta los 400 mm se encuentran en la Península de Baja California, norte, centro y suroeste del estado de Sonora, Chihuahua, Coahuila y parte de Nuevo León, norte y centro de San Luis Potosí. Los sitios con precipitaciones entre 400 a 600 mm anuales se hallan en parte de los estados de Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Durango, Aguascalientes, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Nuevo León, Tamaulipas y noreste de Coahuila, así como en pequeñas porciones aisladas de los estados de

Zona árida y semiárida. Foto: FGM.



Zona árida y semiárida. Foto: FGM.



Zona árida y semiárida. Foto: FGM.



Tlaxcala, Puebla y Oaxaca o en regiones extremas como el desierto de Altar en Sonora, en donde la precipitación promedio anual es de 50 mm y aun algunos sitios con valores muy bajos, como Ampac, Bataques o Estación Delta en Baja California, con 30.5 mm; San Felipe, Estación El Mayor, en Sonora con 40.7 y 40.9 mm, respectivamente (García 1981).

Las comunidades vegetales que se desarrollan bajo estos climas varían desde pastizales, matorrales e inclusive, bosques bajos, principalmente espinosos como los mezquitales.

ZONAS TROPICALES

En 1990, la COTECOCA estimó que las zonas tropicales de México ocupan una superficie de 55.7 millones de ha, lo que equivale al 28.3% de la superficie nacional.

Las zonas tropicales se localizan en la porción sureste del país, ocupan la totalidad de la Península de Yucatán, desde donde se extienden por la franja costera del Golfo de México hasta el estado de Tamaulipas. Por el litoral del Pacífico se distribuyen desde Chiapas hasta Sonora y Baja California Sur en la región de Los Cabos. También en el Altiplano se encuentran zonas tropicales en parte de los estados de México, Querétaro, Puebla, Morelos, Guanajuato, Zacatecas y Aguascalientes. La COTECOCA dividió las zonas tropicales en trópico húmedo y trópico seco.

TRÓPICO HÚMEDO

Las zonas del trópico húmedo cubren una superficie de 24 millones de ha, es decir, un 12.2% de la superficie del país; comprende las regiones ecológicas ubicadas a menos de 1,000 m de altitud con las siguientes temperaturas: media anual superior a 20 °C; del mes más frío, 17.7 °C y mínima extrema de 0 °C, con una precipitación pluvial generalmente superior a los 1,300 mm anuales, distribuida en un período de 200 a 365 días. La vegetación que caracteriza a esta región son selvas o bosques perennifolios y subperennifolios.

TRÓPICO SECO

El trópico seco ocupa una superficie de 31,712,000 ha, lo que equivale al 16.1% del territorio nacional. Se localiza a altitudes variables desde los 100–150 m hasta los 1,800–1,900 msnm, con una temperatura media anual superior a 18 °C; del mes más frío 16 °C y mínima extrema de –4 °C con heladas frecuentes y una precipitación pluvial de 600 a 1,300 mm al año, distribuidas en un período de 115 a 175 días, con una marcada estacionalidad en la precipitación. La vegetación que caracteriza a esta zona son los bosques o selvas caducifolias y subcaducifolias, generalmente bajas o medianas.

ZONAS TEMPLADAS

Las zonas templadas de México ocupan una superficie de alrededor de 46 millones de ha, lo que equivale

Zona tropical. Foto: FGM.



Zona tropical. Foto: FGM.



al 23.4% del territorio nacional. Se distribuyen principalmente en cuatro regiones fisiográficas: la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del Sur.

Según García (1981), los climas templados se caracterizan por tener temperaturas medias anuales entre 5 °C y 18 °C pero con una temperatura media del mes más frío superior a los -3 °C y con la tempe-

ratura media del mes más caliente superior a los 10 °C. Para nuestro país es difícil establecer una cifra única de la precipitación ya que este dato, junto con el de la temperatura, se utilizan para decidir si un lugar tiene o no clima templado. Algunos autores, como De Alba (1976), señalan que la región templada de México, aunque se localiza dentro de la faja tropical de la Tierra, tiene un clima benigno por encontrarse entre los 1,500 y los 2,500 msnm. Por la gran diversidad de climas que se presentan en las zonas templadas es común que la precipitación pluvial vaya desde los 500 hasta los 2,500 mm anuales, aunque puede descender hasta los 300 mm en el caso de los climas secos y aumentar hasta los 3,000 mm en el caso de los climas semicálidos.

La temperatura media anual de estas zonas varía desde los 12 °C hasta los 22 °C; no obstante, puede bajar a alrededor de los 6 °C o alcanzar los 24 °C. En los climas secos y templados, las comunidades vegetales de encinar, pino-encino, pinar, oyamel, matorrales esclerófilos así como los pastizales de altura (zacatonales) y los pastizales inducidos, se han usado para delimitar las zonas templadas. Los límites altitudinales de estos tipos de vegetación oscilan entre los 800 m y los 4,000 m.

5. VEGETACIÓN ZONAL Y VEGETACIÓN AZONAL

La vegetación zonal se desarrolla en sitios en donde la influencia del clima sobre la vegetación se ve poco alterada por las condiciones del relieve y el suelo. A menudo a estas comunidades, determinadas por el clima, se les denominan “zonas de vegetación”, y se refieren a unidades mayores de vegetación que se corresponden con las diferentes zonas climáticas (con una relativa independencia del suelo y el sustrato geológico).

La vegetación azonal está fuertemente influenciada en su presencia y distribución por las características del suelo y/o del sustrato geológico, como en el caso de los pastizales halófilos y los pastizales gipsófilos.

Zona templada. Foto: FGM.



Zona templada. Foto: FGM.



Zona templada. Foto: FGM.



Vegetación azonal. Foto: FGM.



Vegetación azonal. Foto: FGM.

V. PROPUESTA DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE MÉXICO

A. NIVELES DE INTEGRACIÓN

La unidad mayor que se usó para clasificar las comunidades vegetales de México fue el bioma, definido por la fisonomía de las comunidades, la cual está dada por las formas de vida o biotipos dominantes.

Con el afán de simplificar la propuesta de clasificación se usó una sola palabra para designar esta unidad, tal como se muestra a continuación:

Bosques. Comunidad dominada por árboles, plantas leñosas con un tronco bien definido, generalmente de más de cuatro m de alto. El bosque denso está formado por árboles de más de cinco m de altura, cuyas copas se tocan. El bosque claro (comunidad de árboles abierta, formada por árboles de por lo menos cinco m de altura, la mayoría de las copas no se tocan entre ellas pero cubren cuando menos el 40% de la superficie. Puede existir una sinusia o simorfia de herbáceas (conjunto de plantas que en una comunidad tienen la misma forma de vida o biotipo). Geográficamente se diferenciaron en bosques tropicales y bosques templados.

Matorrales. Comunidad dominada por plantas leñosas de 0.5 a cinco o más metros de altura con los tallos ramificados desde la base. En el matorral abierto los arbustos no se tocan entre sí y presentan frecuentemente un estrato con gramíneas o graminoides. En el matorral denso los arbustos están entrelazados por sus copas. Se hizo una separación en arborescentes, plantas leñosas escasamente ramificadas de altura variable.

Herbazales. Comunidades dominadas por plantas herbáceas. Hay dos formas principales de crecimiento herbáceo: graminoides (gramíneas o plantas con apariencia de gramínea) y “forbias” (término que casi no se usa en México, del inglés *forb*, castellanizado a forbia por el sistema UNESCO), para referirse a plantas herbáceas, no gramíneas ni graminoides, ejemplos tréboles, girasoles, helechos, etc. (algunos autores sugieren que las “forbias” tengan además importancia forrajera). Incluye las gramíneas (Poaceae) y graminoides (Cyperaceae, Juncaceae y formas afines), así como diferentes herbáceas hidrófilas, tanto arraigadas como flotantes.

La cobertura en formaciones herbáceas es difícil de caracterizar. A veces tiene una cobertura densa, continua. Si tienen densidades bajas la formación se denomina abierta; la forma de crecimiento de las gramíneas y graminoides es importante para la fisonomía y la estructura. Pueden diferenciarse entre formas cespitosas (que forman un césped o tapete) y amacolladas (macolla: conjunto de vástagos nacidos de la base de un mismo pie, sobre todo tratándose de gramíneas o graminoides).

Los tipos de vegetación mayormente herbáceos comprenden a menudo una sinusia o simorfia de plantas leñosas que le comunican un carácter especial. Son ejemplos de ello en el trópico, las sabanas arboladas y en la zona templada el pastizal con matorral.

Ejemplos de vegetación herbácea:

EJEMPLOS DE BIOMAS

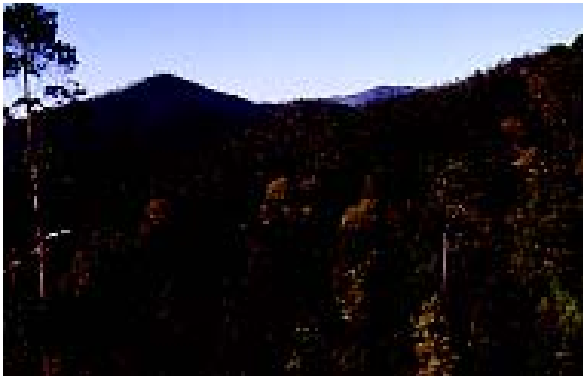
Bioma: Matorrales. Foto: FGM.



Bioma: Bosques tropicales. Foto: FGM.



Bioma: Bosques templados. Foto: FGM.



- . Vegetación graminoide alta de más de dos m de alto.
- . Vegetación graminoide de altura intermedia con los dominantes de 50 cm a dos m.
- . Vegetación graminoide baja (cespitosa o amacollada).
- . Vegetación hidromórfica de agua dulce arraigada o flotante.

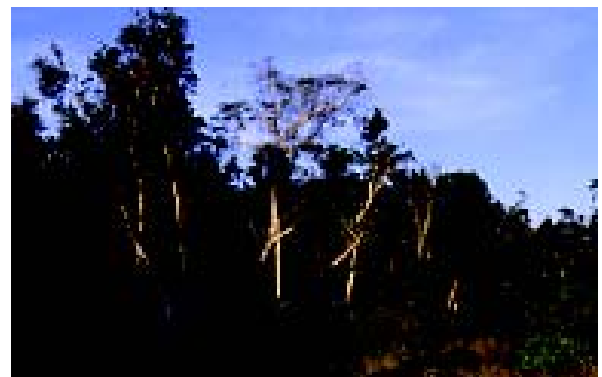
El otro nivel de integración fueron las *series de formaciones*, es decir, el agrupamiento de las formaciones vegetales (tipos de vegetación), ecológicamente relacionadas entre sí por algún gradiente ambiental. Por ejemplo, por un gradiente climático-altitudinal en un área montañosa; en un gradiente de disponibilidad de humedad, es decir, a lo largo de un gradiente de aridez o un gradiente de humedad en el sustrato que condiciona el desarrollo de la vegetación acuática, flotante, sumergida y palustre, etc. Así, Beard (1944, 1955, 1978) agrupa a las formaciones vegetales climáticas y las diferencia en formaciones climáticas (zonales) y formaciones edáficas (azonales). Las principales series las denomina:

- . Formaciones estacionales.
- . Formaciones secas perennifolias.
- . Formaciones montano (de montaña).
- . Formaciones de pantano.
- . Formaciones de ciénaga o pantano estacional.
- . Diferencia claramente una formación óptima, en un hábitat ideal favorable, corresponde al bosque pluvial (bosque tropical perennifolio).

EJEMPLOS DE SERIES DE FORMACIONES



Matorrales xerófilos. Foto: FGM.



Bosques tropicales. Foto: FGM.

EJEMPLOS DE SERIES DE FORMACIONES (continúa)



Bosques templados. Foto: FGM.

Con estos conceptos en México podemos hacer agrupaciones de series de formaciones. Dentro de los diferentes biomas reconocidos por ejemplo, en la región tropical con la vegetación zonal y con un clima húmedo puede definirse la serie de formaciones de clima húmedo de la siguiente manera:

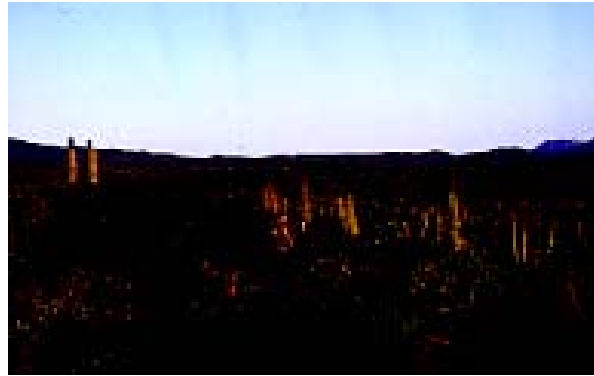
- . Bosque alto perennifolio
- . Bosque alto subperennifolio
- . Bosque mediano subperennifolio.
- . Otro ejemplo lo tendríamos con los matorrales xerófilos de la región árida o semiárida.

Y para el clima seco:

- . Matorral submontano
- . Matorral crasicaule
- . Matorral rosetófilo espinoso
- . Matorral desértico
- . Matorral micrófilo, etc.

El siguiente nivel lo constituye la *formación*. Este correspondería a los tipos de vegetación, *sensu lato*, y está definido por la fisonomía, la estructura y la fenología, por ejemplo: bosque alto perennifolio, bosque mediano aciculifolio. Los valores de bajo, mediano y alto, de las formas de vida siguen la propuesta de Miranda y Hernández-X. (1963).

EJEMPLOS DE FORMACIONES



Matorral mediano subinerme con rosetófilos. Foto: FGM.



Bosque tropical perennifolio. Foto: FGM.

EJEMPLOS DE FORMACIONES (continúa)

Bosque templado aciculifolio. Foto: FGM.



Dentro de éstos pueden diferenciarse los otros niveles por su composición florística: *asociaciones* y *consociaciones*, que no se clasificaron por lo que queda abierta al usuario potencial la posibilidad de hacerlo, si es que la información florística y sin ecológica se encuentra disponible. Dentro de la formación bosque alto perennifolio serían ejemplos de asociaciones, la asociación de *Dialium guianense* “guapaque” y *Manilkara zapota* “chicozapote”, presente en Chiapas a orillas del río Usumacinta. Otro caso sería en la región templada con vegetación zonal en clima seco:

- Formación: bosque bajo abierto de aciculiescuamifolios.
- Asociación: bosque bajo de *Pinus cembroides* “pino piñonero” y *Juniperus flaccida* “táscate”.

O bien en la región templada con vegetación zonal en clima seco y templado tendríamos:

- Formación: matorral rosetófilo espinoso.
- Asociación: matorral rosetófilo de *Agave lechuguilla* “lechuguilla” y *Hechtia glomerata* “guapilla”.

El nivel de organización de las *consociaciones*, junto con la *asociación*, corresponde a una de las unidades más detalladas de clasificación de la vegetación. Se refiere a aquella comunidad en la que el estrato dominante está constituido por una sola especie. Por ejemplo:

- Región tropical
- Vegetación azonal
- Formación: bosque bajo de durifolios (encinar)

- Consociación: bosque bajo de *Quercus oleoides* “encino tesmol”, en la planicie costera del Golfo de México.

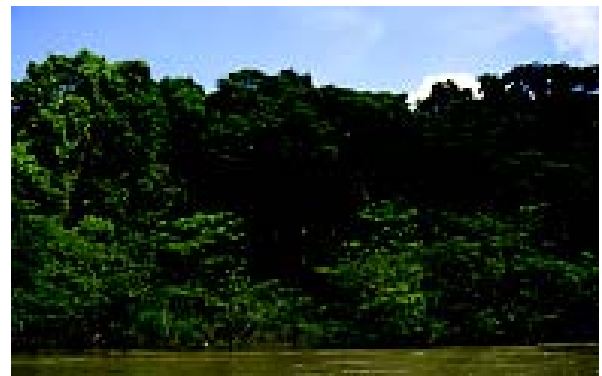
Ejemplo:

- Región tropical
- Vegetación zonal
- Clima húmedo
- Formación: bosque aciculifolio de montaña.
- Consociación: bosque aciculifolio de montaña de *Pinus hartwegii*.

EJEMPLOS DE CONSOCIACIONES



Bosque aciculifolio de *Pinus nelsoni*. La Perdida. Norte de Michoacán. Foto: FGM.



Asociación de *Terminalia amazonia* con *Dialium guianense*. Río Usumacinta. Foto: FGM.



Bosque aciculifolio de *Pinus hartwegii*. San Pablo Zoquitán, Puebla. Foto: FGM.

Otro ejemplo:

- . Región templada
- . Vegetación azonal
- . Clima seco (semicálido)
- . Bioma: Herbazal
- . Serie de formaciones: pastizales edáficos.
- . Formación: pastizal alto amacollado (halófilo).
- . Consociación: pastizal alto amacollado halófilo de *Spartina spartinae* “zacahuiste”, en las costas del Golfo de México (Tamaulipas y Veracruz).

El arreglo jerárquico de la clasificación propuesta permite identificar los atributos que explican las variantes de la vegetación a diferentes escalas.

Cabe mencionar aquí que la escala en cartografía, es la relación que existe entre las dimensiones de lo representado en un mapa y las naturales. Se expresa mediante una relación numérica:

$$\frac{\text{distancia mapa}}{\text{distancia real}} = \frac{1}{X}$$

Siendo X el coeficiente por el que hay que multiplicar la longitud medida en el mapa para obtener la longitud real. Cuando la escala es grande, el coeficiente es pequeño. Por ejemplo:

$$\frac{1}{25,000}$$

y a la inversa por ejemplo:

$$\frac{1}{1,000,000}$$

En función de ello se habla de mapas a gran escala, a escala media y pequeña. Las escalas menores o pequeñas identifican grandes unidades de vegetación a nivel de bioma y/o series de formaciones, estrechamente relacionadas con los rasgos climáticos y fisiográficos. En ocasiones pueden estar relacionados con el sustrato geológico. Su representación puede hacerse a escalas 1:1,000,000; 1:2,000,000 o más.

El siguiente nivel de integración de la vegetación, la formación (en sentido amplio, equivalente a tipo de vegetación), se puede representar en escalas medias 1:500,000; 1:250,000, como lo ha hecho la COTECOCA (1:500,000) y el INEGI (1:250,000).

Finalmente las asociaciones y consociaciones se pueden representar a gran escala 1:50,000 o mayores, aunque en la carta de INEGI 1:50,000 se refieren a tipos de vegetación (formaciones), algunas consociaciones como los izotales de *Yucca filifera* o los pinares de *Pinus hartwegii* o los bosques de *Abies religiosa*, pueden diferenciarse y cartografiarse a esta escala.

B. CRITERIOS PARA UNA PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA DE LA VEGETACIÓN DE MÉXICO

Para describir y denominar la fisonomía, la estructura y la fenología de las comunidades vegetales en la nueva propuesta, tomamos en consideración las características de las formas de vida y de la vegetación propuestas en parte por Dansereau (1957) y Miranda y Hernández X. (1963):

1. Forma de vida

- a) Árbol
- b) Arbusto (o mata)
- c) Hierba
- d) Liana o trepadora

2. Función (las formas de vida y/o las comunidades pueden ser perennifolias o caducifolias. Sólo las comunidades vegetales pueden ser subperennifolias o subcaducifolias, dependiendo del porcentaje de elementos de la comunidad que pierdan o conserven el follaje).

- a) Siempre verde o perennifolia (más del 75 hasta el 100% de las especies dominantes conservan el follaje).
- b) Subperennifolia (25 a 50% de las especies caducifolias).
- c) Subcaducifolia (50 a 75% de las especies caducifolias).
- d) Caducifolia (mas de 75% de las especies caducifolias).

3. Tamaño de las formas de vida

- a) Alto
Arbol: 30 m o más
Matorral: 2 a 4 m

Herbácea: más de 2 m

b) Mediano

Arbol: 15 a 30 m

Matorral: 1 a 2 m

Hérbacea 0.5 a 2 m

c) Bajo

Arbol: 4 a 15 m

Matorral: 1 m

Hérbacea: menor de 0.5 m

5. Textura y consistencia de hojas y tallos.

a) Pergaminosa

b) Suave

c) Membranosa

e) Esclerófila, coriácea o durifolia

f) Tallo carnoso o crasicaule

g) Hoja carnosa o crasifolia

h) Inerme

i) Espinosa

6. Cobertura

a) Muy compacta (mayor de 200 %)

b) Compacta o continua (de 100 a 200 %)

c) Abierta o discontinua (de 50 a 90 %)

d) Dispersa (de 5 a 50 %)

Muy dispersa o desierta (menos de 5 %).

1. ZONA TROPICAL: TRÓPICO HÚMEDO Y TRÓPICO SECO

A. Vegetación zonal

Bioma: Bosques tropicales

Serie de formaciones: bosques tropicales húmedos (incluye comunidades arbóreas sucesionales).

Formaciones vegetales (tipos de vegetación):

Bosque tropical alto perennifolio (Af, Am).

Bosque tropical alto subperennifolio (Am, Aw).

Bosque tropical mediano subperennifolio (Af, Aw).

Bosque tropical mediano subcaducifolio (Am, Aw).

Serie de formaciones: bosques tropicales secos (incluye comunidades arbóreas sucesionales).

Formaciones vegetales (tipos de vegetación):

Bosque tropical mediano caducifolio (Aw, BSh).

Bosque tropical bajo perennifolio (Am, Aw).

Bosque tropical bajo subperennifolio (Am, Aw).

Bosque tropical bajo subcaducifolio (Aw, BSh, BW).

Bosque tropical bajo caducifolio (Aw, Cwa).

Bosque tropical mediano caducifolio (Aw, BSh)

B. Vegetación azonal

Bioma: Bosques tropicales

Serie de formaciones: bosques tropicales azonales húmedos (incluye comunidades arbóreas sucesionales).

Formaciones vegetales (tipos de vegetación):

Bosque bajo hidrófilo pinnado palmatifoliado

Bosque bajo a mediano perennifolio halófilo

Bosque mediano a alto perennifolio ripario

Bosque bajo perennifolio hidrófilo

Serie de formaciones: bosques tropicales secos (incluye comunidades arbóreas sucesionales).

Formaciones vegetales (tipos de vegetación):

Bosque mediano perennifolio de durifolios

Bioma: herbazal

Serie de formaciones: vegetación hidrófila dulceacuícola.

Formaciones vegetales (tipos de vegetación):

Herbazal angustifolio inundado

Herbazal latifoliado inundado

Herbazal flotante

Herbazal ripario

Serie de formaciones: pastizales edáficos

Formaciones vegetales (tipos de vegetación):

Pastizales halófilos amacollados

Pastizales halófilos cespitosos

Pastizales inundables con o sin árboles esparcidos

II. ZONA TEMPLADA

A. Vegetación zonal

Bioma: Bosques templados

Serie de formaciones (incluye comunidades arbóreas sucesionales).

Formaciones vegetales (tipos de vegetación).

Bosque templado alto de linearifolios (Cwb)

Bosque templado mediano de aciculifolios (Cwa, Cwb).

Bosque templado mediano de aciculidurifolio (Cf, Cw, Cwa).

Bosque templado mediano de duriaciculifolio (Cwa, Cwb).

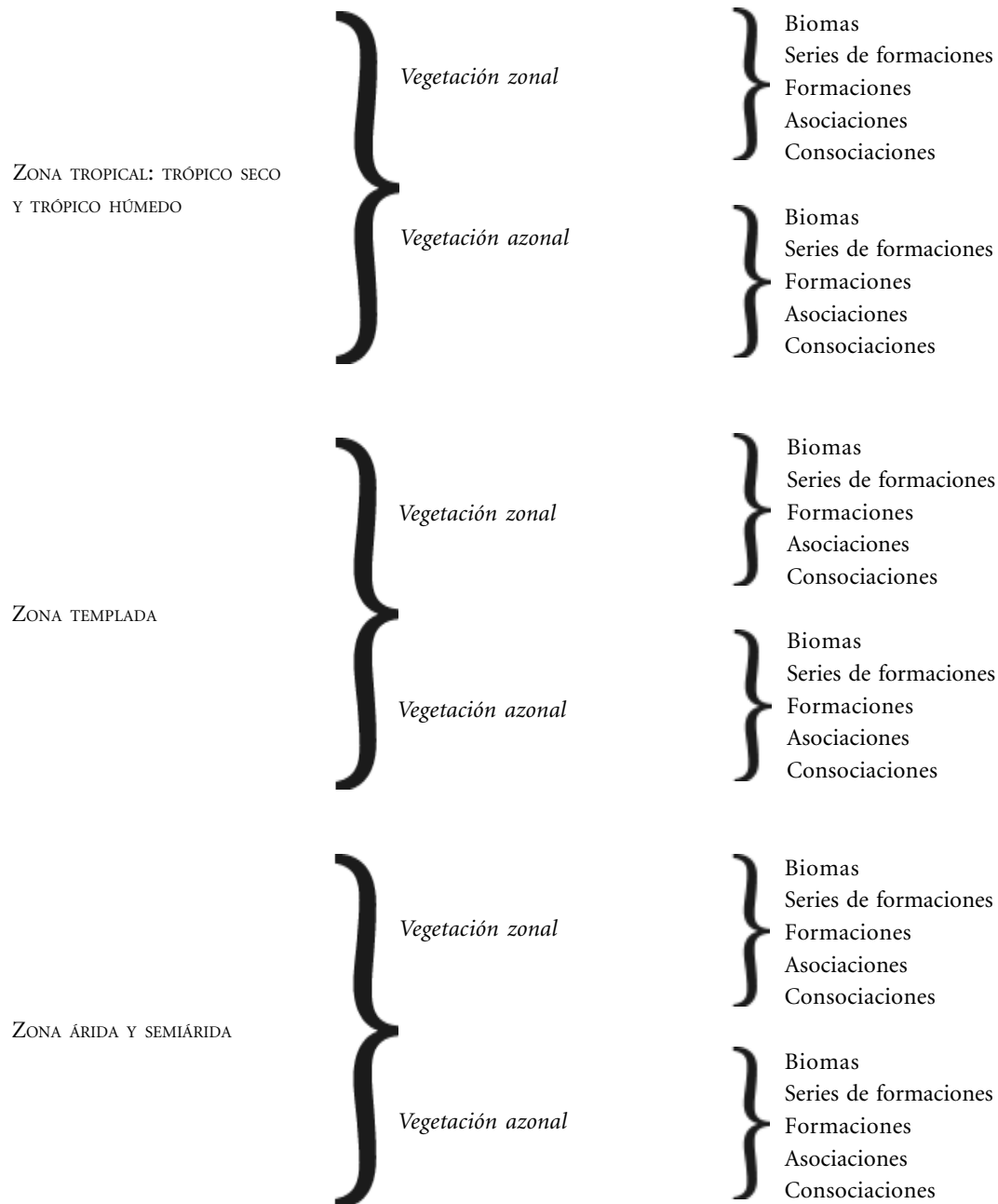
Bosque templado mediano de durifolios (Cf, Cwa, Cwb).

Bosque templado bajo de escuamifolios (BSk, Cwa, Cwb).

Bosque templado mediano caducifolio (Cfb, Cwb).

Bosque templado bajo de escuamiaciculifolios

PROPUESTA DE CLASIFICACION DE LA VEGETACION DE MEXICO



(BSk, Cwa, Cwb).
 Bosque templado bajo de duriescuamifolios
 ((BSk, Cwa, Cwb).

Bioma: Herbazal templado

Serie de formaciones: Pastizales de montaña
 Formacion vegetal (tipo de vegetación).
 Pastizal amacollado de montaña (Cwc).
 Pastizal amacollado de montaña con arbustos
 esparcidos (Cwc).

B. Vegetación azonal

Bioma: Bosques templados

Serie de formaciones (incluye comunidades
 arboreas sucesionales).
 Formación vegetal (tipo de vegetación).
 Bosque templado mediano aciculifolio gipsófilo.
 Bosque templado mediano linearifolio ripario.

Bioma: Herbazal templado

Serie de formaciones: Pastizales templados
 edáficos
 Formacion vegetal (tipo de vegetación).
 Pastizal hidrófilo con arbustos escuamifolios.
 III. ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS

Vegetación zonal

Bioma: Matorrales

Serie de formaciones: matorrales xerófilos (in-
 cluye matorrales secundarios sucesionales).
 Formaciones vegetales (tipos de vegetación)
 Matorral mediano esclerófilo perennifolio
 (BSk, Cwa)
 Matorral alto espinoso (BSh, BSk)
 Matorral alto subinerm (BSh, BSk)
 Matorral alto inerme (BSh, BSk)
 Matorral alto crasicaule espinoso (BSh, BW)
 Matorral alto rosetófilo espinoso (BSh, BSk, BW)
 Matorral bajo rosetófilo espinoso (BSh, BSk, BW)

Bioma: Herbazal

Serie de formaciones: pastizales xerófilos (inclu-
 ye pastizales secundarios sucesionales).
 Formaciones vegetales (tipos de vegetación)
 Pastizal cespitoso (BSK, BSK', Cx')
 Pastizal cespitoso, con arbustos (BSK, Cx').
 Pastizal amacollado (Cwc).

Vegetación azonal

Bioma: Matorrales

Serie de formaciones: Matorrales edáficos
 Formaciones vegetales (tipos de vegetación)

Matorrales medianos halófilos.
 Matorrales medianos gipsófilos.
 Matorrales bajos a mediano arenícolas (psamó-
 filas)
 Matorrales medianos hidrohalófilos.
 Matorrales medianos hidrófilos (riparios)

Bioma: Herbazales

Serie de formaciones: pastizales edáficos
 Formaciones vegetales (tipos de vegetación)
 Pastizal cespitoso gipsófilo
 Pastizal cespitoso halófilo
 Pastizal amacollado halófilo
 Pastizal amacollado arenícola (psamófilo)

Bioma: Herbazales

Serie de formaciones: herbasales hidrófilos
 Formaciones vegetales (tipos de vegetación)
 Vegetación hidrófila dulceacuícola
 Herbazal inundable angustifolio
 Herbazal inundable latifoliado
 Herbazal flotante
 Herbazal ripario
 Asociaciones y consociaciones por definir para
 cada formacion vegetal reconocida.

*Explicación de los símbolos climáticos**

Af. Cálido con lluvias todo el año	
Am. Cálido con época seca corta	} Lluvias principal- mente en verano
Aw. Cálido con época seca larga	
Bsh. Seco y cálido o subcálido	
BSk. Seco y templado	
BSk'. Seco y frío	
BW. Muy seco	
Cfa. Subcálido con lluvias casi todo el año	} Lluvias principal- mente en verano
Cfb. Templado con lluvias casi todo el año	
Cwa. Subcálido con época seca larga	
Cwb. Templado con época seca larga	
CwC. Frío subhúmedo	
Cs. Templado con lluvias en invierno	
Cx'. Templado con lluvias irregulares a lo largo del año	
ETH. Muy frío de la parte alta de las montañas muy elevadas	

* Los climas templados y fríos de los zona tropical se distinguen de los climas correspondientes de las zonas templadas y frías por su escassa oscilación térmica anual. Los tipos de vegetación de México según el sistema de Miranda y Hernández X. (1963).

CONSIDERACIONES FINALES

Ante todos estos problemas, enfoques y perspectivas en relación con la clasificación de la vegetación, considero que una clasificación basada en rasgos fisonómicos estructurales y fenológicos proporciona los elementos más adecuados para diferenciar y clasificar las comunidades vegetales que pueblan el territorio nacional. Los rasgos ecológicos como características del suelo, diferencias en sustrato geológico, modificaciones relacionadas con cambios en el uso del suelo debidos a actividades humanas pueden ayudar a definir con más precisión las unidades de vegetación.

A niveles muy locales, la composición florística, es indudablemente un factor extraordinariamente útil para diferenciar las unidades menores de clasificación de la vegetación.

La propuesta está básicamente orientada hacia la vegetación primaria, es decir aquellas comunidades que poca o ninguna influencia antropógena han tenido. Sin embargo, las comunidades vegetales secundarias e inducidas pueden agruparse en el esquema propuesto.

Aunque la hipótesis del Continuum no se descarta totalmente en esta propuesta, sí se toman en consideración los cambios en la fisonomía, la estructura y la composición florística de la vegetación azonal y son objeto de diferenciación y clasificación.

Asimismo, la propuesta se basa en la vegetación real (existente), pero puede ser usada para la vegetación potencial.

La propuesta permite que las unidades de clasificación de la vegetación se puedan representar cartográficamente en diferentes escalas. Las características florísticas se pueden usar para ayudarnos a definir comunidades vegetales, tanto en escalas mayores, como menores. Es de recalcar que no se sigue un sistema jerárquico basado en la florística, como en la escuela de Braun–Blanquet, Rivas-Martínez o Zurich-Montpellier.

La propuesta resalta las diferencias entre vegetación zonal y azonal, y aunque no se tiene una categoría para condiciones intermedias de la expresión de la vegetación a lo largo de un gradiente (ecotonos), estos pueden clasificarse y denominarse haciendo hincapié en su condición de ecotonía.

La insistencia de destacar los conceptos de zonas áridas, semiáridas, tropical y templadas, espero que permitan aclarar la confusión que hasta la fecha se ha presentado.

Hasta donde fue posible, los aspectos nomenclaturales trataron de ajustarse al sistema de clasificación de las formaciones vegetales del mundo de la UNESCO y en las descripciones de las unidades reconocidas se revisaron los nombres de los conjuntos de vegetación reconocidos.

ANEXOS

CUADRO 1. PROYECTO DE CLASIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES FORMACIONES VEGETALES DE MÉXICO EN EL MARCO DE UNA CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS FORMACIONES VEGETALES TROPICALES Y SUBTROPICALES

A - FORMACIONES FORESTALES	
I. FORMACIONES FORESTALES DE BAJAS Y MEDIANAS ALTITUDES (HASTA ALREDEDOR DE 1,200 M)	
	Casos particulares
Bosque denso húmedo perennifolios	Bosque sobre lavas (San Martín) Bosque sobre arenas de <i>Dialium guianense</i> y <i>Terminalia amazonia</i> Bosque de la vertiente atlántica de las Sierras orientales (Veracruz, Tabasco, Chiapas)
Bosque denso seco deciduo o semi-deciduo (o subdeciduo)	Bosque yucateco de <i>Achras zapota</i> sobre calizas (Campeche, Quintana Roo).
Bosque denso seco bajo deciduo y matorral deciduos)	Bosque yucateco de llanura sobre calizas (Yucatán) Matorrales y bosques bajos sobre pendientes de la vertiente pacífica de la Sierra Madre del Sur y de la Sierra de Chiapas (Oaxaca, Chiapas) Matorrales y bosques bajos de la depresión de Chiapas)
II. FORMACIONES FORESTALES DE ALTAS ALTITUDES (ALREDEDOR DE 1 200 A 3 800 M)	
Bosque montañoso denso frondoso deciduo o semi - deciduo	Bosque de liquidámbar (vertiente atlántica de las Sierras orientales) (Veracruz, Chiapas)
Bosque montañoso denso frondoso perennifolio y matorrales perennifolio de las pendientes.	Bosque de encinos (encinares)

(Continúa)

CUADRO 1. PROYECTO DE CLASIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES FORMACIONES VEGETALES DE MÉXICO EN EL MARCO DE UNA CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS FORMACIONES VEGETALES TROPICALES Y SUBTROPICALES

Bosque montañoso de coníferas	Bosque de pinos (pinares), abetos, enebros, etc.
III. FORMACIONES FORESTALES EDÁFICAS	
Manglar	
Bosque periódicamente inundado	
Matorrales periódicamente inundados	Matorrales de <i>Haematoxylon campechianum</i> (tintal de Yucatán)
Palmerales pantanosos y palmerales periódicamente inundados	
Bosques pantanosos	
Galerías forestales	Galerías de <i>Taxodium mucronatum</i> (Chiapas)
B - FORMACIONES MIXTAS, FORESTALES Y GRAMINEAS (O HERBACEAS, O SUCULENTAS)	
I. Bosques claros	
II. Sabanas boscosas	
Sabanas arbustivas	Veracruz, Campeche
Sabanas de arbustos espinosos	Llanuras litorales de Chiapas y de Oaxaca. Depresión interior de Chiapas.
III. Estepas boscosas	
Estepas arbustivas	Veracruz, Campeche
Sabana de arbustos espinosos	Llanuras litorales de Chiapas y Oaxaca. Depresión interior de Chiapas.
Estepas arbustivas de suculentos (cactus, agaves)	(Oaxaca, Puebla).
C.- FORMACIONES GRAMINEAS, O HERBACEAS O DE VEGETALES ENANOS SEMI-LEÑOSOS	
I. Sabanas herbosas	(¿Límite de los estados de Tabasco y de Chiapas?).
II. Estepas herbáceas o de suculentos o de vegetales enanos semi-leñosos	Estepas de bromeliáceas (<i>Hechtia</i>) y de agaves (Puebla).
III. Formaciones edáficas	Estepas de <i>Muhlenbergia macroura</i> (Zacatonales).
Praderas pantanosas	De <i>Phragmites communis</i> De <i>Typha angustifolia</i> . De <i>Heliconia</i> , etc.

Fuente: Aubreville (1962).

CUADRO 2. TIPOS DE VEGETACIÓN DE ACUERDO CON COTECOCA

1.	Selva alta perennifolia	39.	Matorral mediano espinoso
2.	Selva alta subperennifolia	40.	Matorral mediano crasicaulescente espinoso
3.	Selva alta caducifolia	41.	Matorral bajo esclerófilo
4.	Selva mediana perennifolia	42.	Matorral bajo subespinoso
5.	Selva mediana subperennifolia	43.	Matorral bajo espinoso
6.	Selva mediana subcaducifolia	44.	Matorral bajo crasifolio
7.	Selva mediana subcaducifolia espinosa	45.	Matorral crasicaule
8.	Selva mediana caducifolia	46.	Matorral crasicaulescente
9.	Selva mediana caducifolia espinosa	47.	Matorral arbocrasicaulescente
10.	Selva baja perennifolia	48.	Matorral arborescente
11.	Selva baja subperennifolia	49.	Matorral arbofrutescente
12.	Selva baja subperennifolia subespinosa	50.	Matorral mediano parvifolio crasicaulescente
13.	Selva baja subperennifolia espinosa	51.	Matorral crasirosulifolio espinoso
14.	Selva baja subcaducifolia	52.	Matorral sarcocaulaulescente
15.	Selva baja subcaducifolia subespinosa	53.	Matorral sarcocrasicaulescente subinermes
16.	Selva baja subcaducifolia espinosa	54.	Matorral oligocilindrocaule afilo
17.	Selva baja caducifolia		
18.	Selva baja caducifolia espinosa	55.	Vegetación de dunas
19.	Bosque caducifolio	56.	Pastizal mediano abierto
20.	Bosque caducifolio espinoso	57.	Pastizal mediano arborescente
21.	Bosque esclerófilo perennifolio	58.	Pastizal mediano arbofrutescente
22.	Bosque esclerófilo subcaducifolio	59.	Pastizal amacollado abierto
23.	Bosque esclerófilo caducifolio	60.	Pastizal amacollado arborescente
24.	Bosque esclero-aciculifolio	61.	Pastizal amacollado arbofrutescente
25.	Bosque aciculi-esclerófilo	62.	Pasizal halófito abierto
26.	Bosque aciculifolio	63.	Pastizal halófito arbofrutescente
27.	Bosque aciculi-escumifolio	64.	Pastizal inducido
28.	Bosque aciculi-linearifolio		
29.	Bosque linearifolio	65.	Tundra alpina
30.	Bosque escumifolio	66.	Vegetación hidrófita
31.	Izotal	67.	Vegetación halófita
32.	Matorral alto esclerófilo	68.	Sabana
33.	Matorral alto subinermes	69.	Palmar
34.	Matorral alto espinoso		
35.	Matorral mediano esclerófilo	70.	Manglar
36.	Matorral mediano parvifolio		
37.	Matorral mediano subinermes		
38.	Matorral mediano subespinoso	71.	Mar, laguna, ríos, presas, arroyos

Fuente: COTECOCA (1990).

CUADRO 3. LISTA DE LOS TIPOS MAS IMPORTANTES DE VEGETACIÓN DE MÉXICO Y CLIMAS (SEGÚN KÖPPEN) EN LOS QUE SE ENCUENTRAN

Tipo de vegetación	Clima
1. Selva alta perennifolia	Af, Am
2. Selva mediana o baja perennifolia	Af, Am, Cfa, Cfb
3. Selva alta o mediana subperenifolia	Am, Aw
4. Selva alta o mediana subcaducifolia	Am, Aw
5. Selva baja subperennifolia	Am, Aw
6. Palmares	Am, Aw
7. Sabana	Am, Aw
8. Manglar	Am, Aw, BSh
9. Popal	Af, Am, Aw
10. Selva baja caducifolia	Aw, Cwa
11. Selva baja espinosa perennifolia	Aw, BSH, BW, Cx'
12. Selva baja espinosa caducifolia	BSh, BW
13. Matorral espinoso con espinas laterales	AW, BSk, Cwa
14. Cardonales, tetecheras, etc.	BSh, BW
15. Izotales	BSh, BSk, BW
16. Nopaleras	BSk, BSk'
17. Matorral espinoso con espinas terminales	BSh, BSk, BW
18. Matorral inerme o subinerme parvifolio	BSh, BSk, BW
19. Crasi-rosulifolios espinosos	BSh, BSk, BW
20. Tulares, carrizales, etc	Af, Am, Aw, Cwa, Cwb
21. Pastizales	BSk, BSk'
22. Zacatonales	Cwc
23. Agrupaciones e halofitos	Am, Aw, BS, BW, Cx', Cs
24. Chaparral	Cs (BSk', Cwa)
25. Bosque de enebros	BSk, BSk', Cwa, Cwb
26. Pinares	Cf, Cwa, Cwb, Cwc
27. Encinares	Am, Aw, Cf, Cwa, Cwb
28. Bosque caducifolio	Cfb
29. Bosque de abetos u oyameles	Cwb
30. Vegetación de dunas costeras	Am, Aw, BS, BW, Cx', Cs
31. Vegetación de desiertos áridos arenosos	BW
32. Vegetación de páramos de altura.	ETH

CUADRO 4. TIPOS DE VEGETACIÓN

<p>1. Pradera alpina cespiticaule</p> <p>a) Pradera alpina cespiticaule</p> <p>b) Pradera alpina rosetófila</p> <p>c) Matorral alpino escumifolio</p>	<p>b) Bosque templado enterifolio</p> <p>c) Bosque templado subesclerófilo</p>
<p>2. Bosque alpino aciculifolio</p> <p>a) Bosque alpino aciculifolio</p>	<p>7. Bosque tropical perennifolio</p> <p>a) Bosque tropical perennifolio</p> <p>b) Bosque tropical subperennifolio</p> <p>i) Matorral tropical compositifolio</p> <p>c) Pradera tropical dispersiarborea</p> <p>d) Bosque tropical esclerófilo</p> <p>e) Bosque tropical flabelifolio</p> <p>f) Bosque tropical pinnatifolio</p>
<p>3. Bosque alpino planiaciculifolio</p> <p>a) Bosque alpino planiaciculifolio</p> <p>b) Bosque alpino escumifolio</p>	
<p>4. Bosque templado acicuifolio</p> <p>a) Bosque templado microacuifolio</p> <p>b) Bosque templado mesoaciculifolio</p> <p>c) Bosque templado macroaciculifolio</p>	<p>8. Bosque subtropical caducifolio</p> <p>a) Bosque subtropical subcaducifolio</p> <p>i) Bosque subtropical pinnatifolio</p> <p>ii) Bosque tropical furcioradicular</p> <p>iii) Matorral subtropical decumbente</p> <p>b) Bosque subtropical caducifolio</p>
<p>5. Bosque templado esclerófilo</p> <p>a) Bosque templado microesclerófilo</p> <p>b) Bosque templado mesoesclerófilo</p> <p>c) Bosque templado macroesclerófilo</p> <p>i) Bosque templado dentifolio</p> <p>d) Bosque templado escumifolio</p> <p>e) Matorral templado esclerófilo</p> <p>f) Pradera templada cespiticaule</p> <p>i) Pradera templada microcespiticaule</p> <p>ii) Pradera templada mesocespiticaule</p> <p>iii) Pradera templada dispersiarborea</p>	<p>9. Matorral desértico espinoso</p> <p>a) Matorral desértico micrófilo</p> <p>b) matorral desértico crasicaule</p> <p>c) matorral desértico rosetófilo</p> <p>d) Matorral desértico microcaducifolio</p> <p>e) Pradera desértica cespiticaule</p>
<p>6. Bosque templado caducifolio</p> <p>a) Bosque templado palmatifolio</p>	<p>10. Vegetación acuática</p> <p>a) Bosque ripario pendulifolio</p> <p>b) Pradera acuática latifoliada</p>
	<p>11. Pradera marina cespiticaule</p>

Fuente: Quintero (1974).

CUADRO 5. COMPARACIÓN ENTRE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DE ACUERDO CON DIFERENTES AUTORES

RZEDOWSKI (1978)	MIRANDA Y HERNÁNDEZ X. (1963)	RZEDOWSKI (1966)	FLORES ET AL. (1971)
Bosque tropical perennifolio	Selva alta perennifolia, selva alta o mediana subperennifolia	Bosque tropical perennifolio	Selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia (en parte)
Bosque tropical subcaducifolio	Selva alta o mediana subcaducifolia		Selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia (en parte)
Bosque tropical caducifolio	Selva baja caducifolia	Bosque tropical deciduo	Selva baja caducifolia (en parte)
Bosque espinoso	Selva baja subperennifolia (en parte), selva baja espinosa perennifolia, selva baja espinosa caducifolia	Bosque espinoso, mezquital extradesértico	Selva baja caducifolia (en parte), selva baja subperennifolia, mezquital (en parte)
Pastizal	Pastizales, zacatonales, vegetación de páramos de altura, sabanas	Zacatal	Pastizal, zacatonal, sabana
Matorral xerófilo	Matorral espinoso con espinas laterales, cardonales, tetecheras, etc., izotales, nopaleras, matorral espinoso con espinas terminales, matorral inerme parvifolio, magueyales, lechuguillales, guapillales, etc; chaparrales, vegetación de desiertos áridos arenosos	Matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule, matorral submontano, encinar arbustivo	Mezquital (en parte), chaparral, matorral submontano, matorral crasicaule, matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo
Bosque de <i>Quercus</i>	Encinares	Encinar y pinar (en partes)	Bosque de encino
Bosque de coníferas	Pinares, bosque de abetos u oyameles.	Encinar y pinar (en parte)	Bosque de pino, bosque de oyamel
Bosque mesófilo de montaña	Selva mediana o baja perennifolia, bosque caducifolio (en parte)	Bosque deciduo templado	Bosque caducifolio
Vegetación acuática y subacuática	Manglar, popal, tulares, carrizales, etc., bosque caducifolio (en parte)		Manglar, popal

Fuente: Rzedowski (1988).

CUADRO 6. LOS PRINCIPALES TIPOS DE VEGETACIÓN QUE SE RECONOCEN AQUÍ SON LOS PROPUESTOS POR RZEDOWSKI (1978)

1. Bosque tropical perennifolio
2. Bosque tropical subcaducifolio
3. Bosque tropical caducifolio
4. Bosque espinoso
5. Matorral xerófilo
6. Pastizal
7. Bosque de *Quercus*
8. Bosque de coníferas
9. Bosque mesófilo de montaña
10. Vegetación acuática y subacuática

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERT, D.A. 1995. Regional landscape ecosystems of Michigan, Minnesota and Wisconsin: a working map and classification. U. S. Forest Service General Technical Report NC-178. North Central Forest Experimental Station, St. Paul, Minnesota.
- AUBREVILLE, A. 1965. Principes d'une systematique des formations végétales tropicales. *Adansonia* 5(2): 153-196.
- 1963. Classification des formes biologiques des plantes vasculaires en milieu Tropical. *Adansonia* 3(2): 221-226.
- 1962. *Temas fitogeográficos*: 1. Clasificación fisonómica y florística de las formaciones vegetales tropicales; 2. Clasificación ecológica de las formaciones vegetales tropicales; 3. Clasificación de las principales formaciones vegetales de México. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. A.C. México, D. F. 66 p.
- 1957. Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation. *Bois et Forêts des Tropiques* 5:23-27.
- AUSTIN, M.P. 1985. Continuum concept, ordination methods and niche theory. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 39-6.
- AUSTIN, M.P. y T.M. SMITH 1989. A new model for the continuum concept. *Vegetatio* 83: 35-47.
- BAILEY, R.G. 1989. Explanatory supplement to the ecoregions map of the Continents. *Environmental Conservation* 15(4): 307-309.
- 1976. Ecoregions of the United States (map) U.S. Forest, Intermountain Region, Ogden, Utah. Escala 1:7,500,000.
- BEARD, J.S. 1978. The Physiognomic approach. En: Whittaker R. H. (editor). *Classification of plant communities*. Junk bv Publishers the Hague, Boston. Pp. 35-60.
- 1973. The Physiognomic approach. En: R. H. Whittaker (ed.) *Handbook of vegetation science*. Parte II Ordination and classification and classification of communities. W. Junk, The Hague. Pp. 35-386.
- 1955. The classification of Tropical American vegetation-types. *Ecology* 36: 89-100.
- 1944. Climax vegetation in Tropical America. *Ecology* 25(2): 127-158.
- BRAVO, H. 1937. Observaciones florísticas y geobotánicas en el Valle del Mezquital, Hidalgo. *An. Inst. Biol. Mex.* VIII. No. 1. 1-82.
- BRIZUELA, B.F. 1978. Descripción y cartografía de la vegetación de la cuenca del río Alfajayuca, Edo. de Hidalgo. Tesis Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. México.
- BURK, P., A. SIMS y F. GONZÁLEZ-REBELES 1998. Enfoque metodológico del GAP Analysis, para el análisis geográfico de las tierras adyacentes al Sur del Río Bravo en México. Inédito.
- CLEMENTS, F.E. 1928. *Plant succession and indicators*. H. W. Wilson, New York. 453 pp.
- CONTRIBUCIONES AL ESTUDIO ECOLÓGICO DE LAS ZONAS CÁLIDO-HÚMEDAS DE MÉXICO 1964. Comisión de estudios sobre la ecología de Dioscoreas, Inst. Nal. Investig. Forest. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 207 pp.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Definición de los Coeficientes de Agostadero) 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. 48 pp.
- COTTAM, G. y R. P. MCINTOSH 1966. Vegetational continuum. *Science* 152: 546-547.
- COWARDIN, L.M., V. CARTER, F.C. GOLET y E.T. LA ROE 1979. *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*. U.S. Fish and Wildlife Service Washington, D.C.

- CURTIS J.T. y R.P. MC INTOSH 1951. An upland forest continuum in the Prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476 – 496.
- DANSEREAU, P. 1957. *Biogeography an ecological perspective*. The Ronald Press. New York. 394 pp.
- 1951. Description and a recording of vegetation upon a structural basis. *Ecology* 32(2): 172-229.
- DEL PASO Y TRONCOSO, F. 1883-1884. Estudios sobre la historia de la medicina en México. *An. Mus. Nac. Méx.* 3: 137-235.
- DÍAZ DEL CASTILLO, B. (original 1568). *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. Madrid. Varias ediciones.
- DICE, I. R. 1943. *The Biotic Provinces of North America*. Ann Arbor, Michigan 78 p. map. bibl.
- DRUDE, C. 1890 *Handbuch der Pflanzengeographie*. Stuttgart. 582 pp.
- ELLENBERG, H. y D. MUELLER-DOMBOIS 1967. *Tentative physiognomic: ecological classification of plant formations of the Earth*. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stftg. Rübel, Zürich, 37: 21–55. Reimpreso en 1969 como: UNESCO report SC/WS/269 in slight modified form, entitled, “A framework for a classification of world vegetation”. París 26 p finalized publication 1973: International classification and mapping of vegetation. *Ecology and Conservation*. Series n° 6, 93 pp. and chart with map symbols.
- FAO y UNESCO 1968. *Definitions of soil units for the soil map of the World*. World soil resources, Office land and water development. División FAO. Roma.
- FLORES MATA, J., L. JIMÉNEZ LÓPEZ, X. MADRIGAL SÁNCHEZ, F. MONCAYO RUIZ y T.F. TAKAKI 1971. *Mapa y descripción de los tipos de vegetación de la República Mexicana*. SRH. Dirección de Agrología. 59 pp. 1 mapa.
- FOSBERG, F. R. 1961. A classification of vegetation for general purposes. *Trop. Ecol.* 2:1 – 28.
- GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Segunda edición. Inst. de Geografía, UNAM. 146 pp.
- 1964. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Offset Larios, México D.F. 71 p.
- GOLDAMN, E. y R. MOORE 1945. The biotic provinces of Mexico. *Jour. Mamad.* 26(4): 347-360.
- GONZÁLEZ MEDRANO, F. 1999. Adaptación del Sistema Nacional de Clasificación de la Vegetación (NVCS; 1993) de EE.UU. usado en los GAP Analysis. Para la clasificación de la vegetación de la faja fronteriza del Río Bravo en México. Inédito.
- GONZÁLEZ-QUINTERO, L. 1974. Los tipos de vegetación de México. En: *El escenario geográfico*. INAH. Pp. 109-218.
- 1968; *Tipos de vegetación del Valle del Mezquital, Hidalgo*. Depto. de Prehistoria. Paleoecología. INAH. México. 2:1-53.
- GOODALL, D. W. 1970. Statistical plant ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 1: 99–124.
- 1953. Objective methods for the classification of vegetation. I the use of positive interspecific correlation. *Aust. J. Bot.* 1: 39–63.
- GOODIA, S. LANDAAE, K. METZLER, K.D. PATTERSON, M. PYNE, M. REID y L. SNEDDON 1988. *International Classification of ecological communities: terrestrial vegetation of the United States*. Volumen I The National Vegetation Classification System: development, status and applications. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia. 126 pp.
- GRISEBACH, A. 1872. *La végétation du Globe*. 2 vols. París.
- HEMSLEY, W. 1887. Bosquejo de la exploración botánica de México. *Naturaleza* II. 1: 1-15.
- HERRERA, A. 1869. Apuntes para la geografía botánica de México. *Naturaleza* 1: 81-86.
- HIRIART, V.P. y F. GONZÁLEZ-MEDRANO 1983. Vegetación y Fitogeografía de la barranca de Tolantongo, Hidalgo, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*. Ser. Botánica (No. Único): 29–96.
- HOLDRIDGE, L.R. 1947. Determination of world Plant Formations from simple climatic data. *Science* 105 (2727): 367–368.
- HOWARD, J. A. y C.W. MITCHELL 1985. *Phytogeomorphology*. John Wiley and Sons, New York.
- HUGUET DEL VILLAR, E. 1929. *Geobotánica*. Ed. Labor, Barcelona.
- HUMBOLDT, A. VON. 1805-1834. *Voyage de Humboldt et Bonpland*. Paris, 23 vols.
- INEGI 1991. Datos básicos de la Geografía de México. 142 pp. Cartas de uso de suelo y vegetación. Escala 1:1,000, 000; 1: 250, 000. Varias fechas.
- KIMMINS, J.P. 1997. *Forest Ecology: A foundation for sustainable management*. Segunda edición. Prentice Hall, New Jersey.
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica, México. 478 pp.
- KÜCHLER A.W. 1949. A physiognomy classification of vegetation. *Annals Association of American Geographers* 39(3): 201–210.
- 1947. A geographic system of vegetation. *Geographical Review* 37(2): 233–240.
- LANGMAN I.K. 1964. *A selected guide to the literature of the Flowering Plants of Mexico*. University of Pennsylvania, EE.UU.
- LEOPOLD, S. A. 1950. Vegetation zones of Mexico. *Ecology* 31: 507–518.
- LIEBMANN, F. 1842-1843. Reise i Mejico (also as México). *Dansk Ugeskr.* II, 1: 186-188.
- MARTENS, M. y H. GALEOTTI 1842. Mémoire sur les fougères du Mexique et considerations sur la géographie de cette countrée. *Mém. Acad. Sci. Bruxelles* 15: 1-99.
- MATOS, F. y J.M. MONTAÑA 1968. Resultado del análisis comparativo de tres sistemas fisonómicos, estructurales para la descripción de la vegetación. *Turrialba* 18(2): 171–178.

- . 1967. El sistema Dansereau para la descripción estructural de la vegetación. *Turrialba* 17(4): 436–446.
- MCINTOSH, R.P. 1967. The continuum concept of vegetation. *Botanical Review* 33: 130–187.
- MEEKER, O.D. JR. Y D.L. MERKER 1984. Climax theories and a recommendation for vegetation classification. A Viewpoint. *Jour. of Range Manag.* 37 (5): 427–430.
- MERRIAM, C.H. 1898. Life zones and crop zones of the United States. *Bull. Bur. Biol. Surv. U. S. Depart. Agric* 10: 1–79.
- MIRANDA, F. 1955. Formas de vida vegetales y el problema de la delimitación de las zonas áridas de México. En: *Mesas Redondas sobre problemas de las zonas áridas de México*. Inst. Mex. Rec. Nat. Renovables, México. Pp. 85–109.
- MIRANDA G.F. Y E. HERNÁNDEZ-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 29–179.
- MONTOYA MAQUIN, J.M. 1966. El acuerdo de Yangambi (1956), como base para una nomenclatura de tipos de vegetación en el Trópico Americano. *Turrialba* 16(2): 169–180.
- MONTOYA, J.M. Y F. MATOS 1967. El sistema Kuchler. Un enfoque fisonómico estructural para la descripción de la vegetación. *Turrialba* 17(2): 197–207.
- MORAVEC, J. 1992. Is the Zurich–Montpellier approach still unknown in vegetation science of the English–speaking countries? *Jour. of Veget. Science* 3: 277–278.
- MOSÍNO, A.P. 1969. *Factores determinantes del clima de la República Mexicana*. Depto. de Prehistoria. 19. INAH, México.
- MUELLER–DOMBOIS, D. Y H. ELLENBERG 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- OCHOTERENA, I. 1937. Esquemas biotípicos y Sinecias características de las regiones geográfico-botánicas de México. *An. Inst. Biol. Mex.* 8:463–597.
- . 1918. Las regiones geográfico-botánicas de México. *Bol. Soc. Mex. Geog. Est.* V (8): 221–231.
- PEINADO, ALCARAZ FRANCISCO, DELGADILLO JOSÉ Y AGUADO INMACULADA 1994. Fitogeografía de la península de Baja California, México. *Anales Jardín Bot. de Madrid* 51(2): 255 – 277.
- RAMÍREZ, J. 1899. *La vegetación de México*. México. 271 pp.
- RAMOS, C.H. Y F. GONZÁLEZ-MEDRANO 1972. La vegetación de la zona árida veracruzana. *An. Inst. Biol. Mex. Ser. Bot.* 43:77 –79.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1977. Syntaxonomical Synopsis of the potential natural plant communities of north America I. *Itinera Geobot.* 10: 5–148.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., D. SÁNCHEZ–MATA Y M. COSTA 1999. North American Boreal and Western Temperate Forest Vegetation. (Syntaxonomical Synopsis of the potential natural plant communities of North America, II) *Itinera Geobo.* 12.
- RICHARD, A. Y H. GALEOTTI 1844. Monographie des Orchidées Mexicaines. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris* 18: 497–513.
- RICHARDS, P.W., A. TANSLEY Y A.S. WATT 1940. The recording of structure, life forms and flora of tropical forest communities as a basis for their classification. *Journal of Ecology* 28: 224–239.
- ROWE, J.S. 1961. The level of integration concept and ecology. *Ecology* 42: 420–427.
- RZEDOWSKI, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- . 1954. Vegetación del pedregal de San Angel, D. F., México. *An. Esc. Nal. Cien. Biol.* VIII. 1–129.
- RZEDOWSKI, J. Y F. MEDELLÍN LEAL 1958. El límite sur de distribución geográfica de *Larrea tridentata*. *Acta Científica Potosina* 2: 133–147.
- SAHAGÚN, B. 1975. *Historia General de las cosas de la Nueva España*. México, 1829–1830. 3 vols. Editados por Carlos María Bustamante, México.
- SANDERS, E.M. 1921. The natural regions of México. *Geog. Rev.* 11: 212–226.
- SEEMANN, B. 1852–1857. *The botany of the voyage of. H.M.S. Herald*. Londres. 483 pp.
- SEGALEN, P. 1964. *Suelos de la zona intertropical*. Serie Apuntes, No. 4. Col. Postgr. Chapingo, México.
- SHELFORD, V.E. 1931. Some concepts of Bioecology. *Ecology* 12: 455–467.
- . 1926. *Naturalist's guide to the Americas*. Baltimore, 761 pp.
- SHELFORD, V.E. Y S. OLSON 1935. Sere, climax and influent animals with special reference to the transcontinental coniferous forest of North America. *Ecology* 16: 375–402.
- SHIMWELL, D. W. 1971. *The description and classification of vegetation*. University of Washington Press, Seattle.
- TAMAYO L.J. 1962. *Geografía General de México*. Tema: Edafología. Tomo III. Inst. Mex. Inv. Económicas, Trillas, México. Pp. 7–38.
- VANKAT, J.L. 1990. A classification of forest types of North America. *VEGETATIO* 88: 53–66.
- VIVÓ, J. 1943. Los límites bio-geográficos en América y la zona cultural Mesoamericana. *Rev. Geograf.* 3 (7-9): 109–131.
- WAGNER, P.L. 1964. Natural Vegetation of Middle America. En: *Handbook of Middle American Indians*. University of Texas Press. Austin. vol. 1. Pp. 216–264.
- WALTER, H. 1985. *Vegetation of the Earth and ecological systems of the geobiosphere*. Tercera edición. Springer–Verlag, New York.
- WALTER, H. 1977. *Zonas de vegetación y clima. Breve exposición desde el punto de vista causal y global*. Ed. Omega, S. A. Barcelona, España. 245 pp.
- WHITE, J. Y M. MADANY 1978. *Natural areas inventory technical report*. Volumen I: Survey methods and results. Illinois Natural Areas Inventory, Urbana.
- WITMER, R.E. 1978. U.S. Geological survey land–use and land–cover classification. *J. of Forestry* 76: 661– 668.
- WHITTAKER, R. H. (ED.) 1978. *Classification of plant communities*. W. Junk, The Hague, Holanda. 408 pp.
- . 1975. *Communities and Ecosystems*. Segunda edición. Mac Millan, New York.

- 1962. Classification of Natural Communities. *Bot. Review* 28(1): 1–160.
- 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monog.* 26: 1–80.
- 1953. A consideration of climax theory: the climax as a population and pattern. *Ecol. Monog.* 23: 41–78.
- WHITTAKER, R. H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 49: 207 - 264.
- (ed.) 1978a. Ordination of plant communities. The Hague, Holanda. 408 pp.
- XIMÉNEZ, F. 1888. *Quatro libros de la naturaleza y virtudes de las plantas que están recevidas en el uso de la medezina en Nueva España, México*. Escuela de Artes. Editado por Nicolás León.

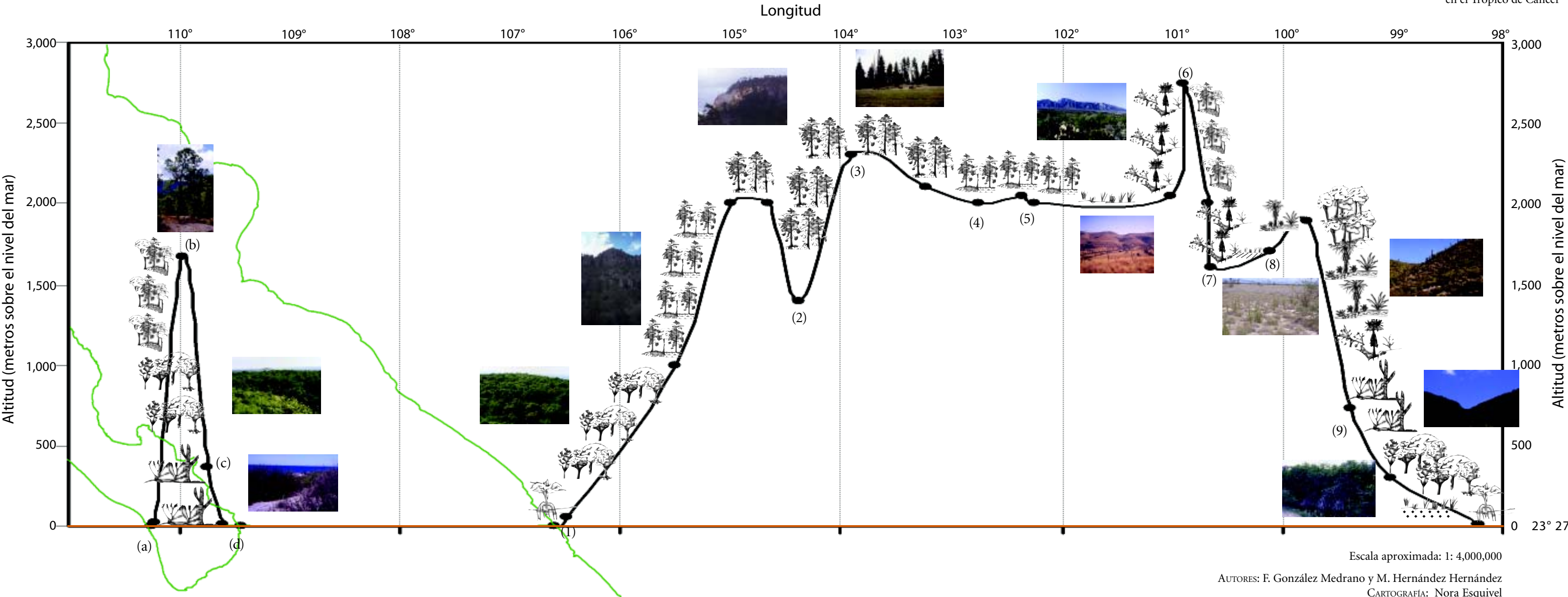
Esta segunda edición de
Las comunidades vegetales de México.
Propuesta para la unificación de la clasificación y
nomenclatura de la vegetación de México
de Francisco González Medrano
se terminó de imprimir en los talleres
de la empresa Editorial del Deporte Mexicano,
Van Dick 105, colonia Santa María Nocoalco,
Mixcoac, en la Ciudad de México,
durante el mes de noviembre de 2004.

Se tiraron 1,000 ejemplares

Esta segunda edición de
Las comunidades vegetales de México.
Propuesta para la unificación de la clasificación y
nomenclatura de la vegetación de México
de Francisco González Medrano
se terminó de imprimir en los talleres
de la empresa Editorial del Deporte Mexicano,
Van Dick 105, colonia Santa María Nocoalco,
Mixcoac, en la Ciudad de México,
durante el mes de noviembre de 2004.

Se tiraron 1,000 ejemplares

PERFIL ESQUEMÁTICO DE LA VEGETACIÓN POTENCIAL A LO LARGO DEL TRÓPICO DE CÁNCER (23° 27')



Escala aproximada: 1: 4,000,000

AUTORES: F. González Medrano y M. Hernández Hernández
CARTOGRAFÍA: Nora Esquivel
FOTOS: F. González Medrano

LEYENDAS

- | | | |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Bosque de encino | Bosque tropical caducifolio | Matorral subinerme parvifolio |
| Bosque de encino pino | Manglar | Pastizal |
| Bosque de pino | Matorral alto subinerme | Pastizal gipsófilo |
| Bosque de pino encino | Matorral rosetófilo espinoso | Pastizal halófilo |

LOCALIDADES

- | | | | |
|-----|---|------|---|
| (a) | Todos Santos, BC, 18 msnm, 110° 13' | (5) | Villa de Cos-Cos, Zac, 2,050 msnm, 102° 21' |
| (b) | La Laguna, BCS, 1,670 msnm, 109° 58' | (6) | Real de Catorce, S.L.P., 2,750 msnm, 100° 53' |
| (c) | Santiago, BCS, 368 msnm, 109° 44' | (7) | Matehuala, S.L.P., 1,600 msnm, 100° 38' |
| (d) | La Ribera, BCS, 10 msnm, 109° 35' | (8) | Mier y Noriega, 1,700 msnm, 100° 7' |
| (1) | El Quelite, Sin, 60 msnm, 106° 29' | (9) | Jaumave, Tamps, 735 msnm, 99° 23' |
| (2) | Mezquital, Dgo, 1,400 msnm, 104° 22' | (10) | Llera de Canales, Tamps, 300 msnm, 99° 1' |
| (3) | Chalchihuites, Zac, 2,300 msnm, 103° 54' | (11) | Soto La Marina, Tamps, 25 msnm, 98° 13' |
| (4) | Cañitas de Felipe Pescador, Zac, 2,000 msnm, 102° 54' | | |