

Geoecología del paisaje vegetal en el occidente de la ciudad de México

Arturo GARCÍA ROMERO

1. INTRODUCCIÓN

El acelerado proceso de metropolitización del Área Urbana de la Ciudad de México ha merecido la atención de un gran número de estudiosos, entre ellos los geógrafos que, preocupados por las graves y variadas consecuencias negativas que conlleva el fenómeno expansivo de la urbe, han abordando en sus investigaciones una amplia gama de temáticas, tanto del ramo físico como social. Pero no obstante el vasto acervo científico que ha emanado de estos trabajos, en el momento actual existen grandes vacíos en el conocimiento de los entornos naturales que bordean la urbe y entre los que hay que destacar el reborde montañoso de dirección noroeste-sureste de Las Cruces-Monte Alto-Monte Bajo, que limita a la ciudad por el occidente, constituyéndose no solo como invaluable proveedor de recursos naturales fundamentales para el funcionamiento del subsistema urbano, si no como complejo biótico de gran trascendencia escénica y paisajística.

En el presente estudio nos hemos abocado a la tarea de estudiar la organización vegetal de una porción representativa de la vertiente oriental de dicha sierra —la cuenca hidrográfica del río Cuautitlán— que con 302 km² de superficie ha cedido en las últimas cuatro décadas algo más del 5% de su territorio al área urbana, en tanto que otra porción muy representativa se ha incorporado a una dinámica rural-urbana, con el consecuente reducción de los espacios naturales que aun perviven en el área. Para tal fin nos hemos centrado en la aplicación de un enfoque geoecológico que permita la aprehensión global de los componentes naturales y culturales que intervienen en la definición de los potenciales naturales y, con ello, definir el marco fundamental sobre el cual se ha establecido el paisaje vegetal de la cuenca, poniendo de resalte el estado de conservación de las comunidades y la situación de riesgo a que están sujetas, destacando del conjunto a las más sensibles y que reclaman una pronta protección a fin de mantener vigente la riqueza natural que representan.

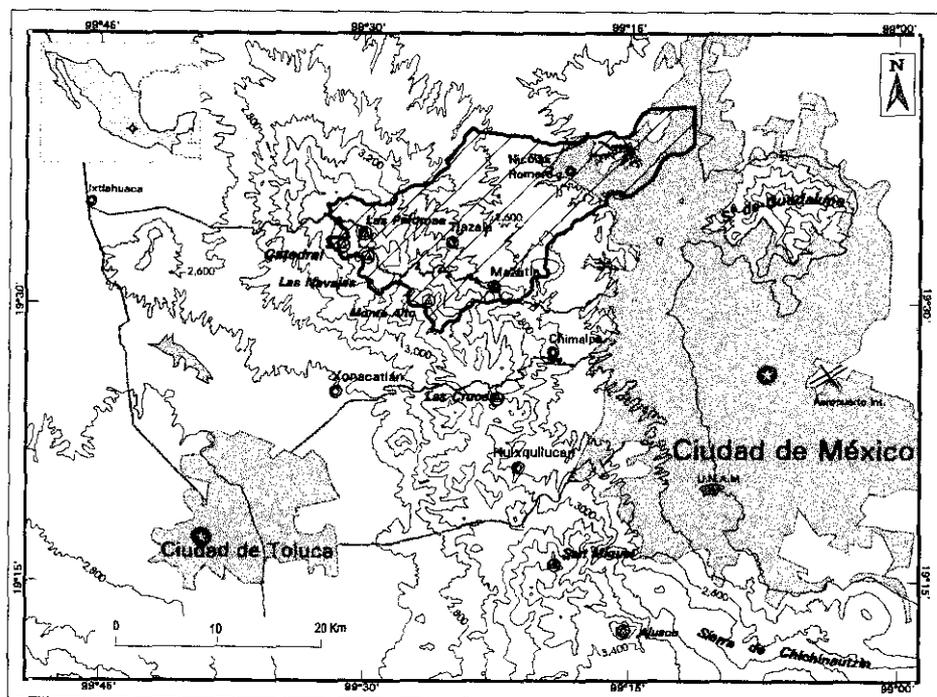


Figura 1.—Ubicación de la cuenca del río Cuautitlán en la sierra de Las Cruces-Monte Alto-Monte Bajo.

2. EL SOPORTE MACRO-GEOECOLÓGICO

La integración ordenada de la información obtenida a partir del análisis geológico fundamentalmente cualitativo del medio nos permite vislumbrar en el área altos gradientes ecológicos que ante todo reflejan el carácter montañoso del área. La cuenca del río Cuautitlán se asienta sobre la vertiente oriental de la sierra de Monte Alto, siendo su morfología la de una extensa rampa cóncava y largamente tendida, con las antípodas altitudinales situadas a los 2300 metros de la base de la cuenca y los 3760 que se alcanzan en la cima Catedral. Pero no obstante la suave transición que marca el paso de las montañas a la base, la morfología actual del área no es la de una rampa continua, sino que uno de los caracteres fundamentales de su relieve es la gran densidad de corrientes que la disectan (más de 10 km/km² en la parte alta de la sierra), y que han labrado una amplia red de valles fluviales, barrancos y cárcavas.

La formación de la sierra más o menos como se le conoce en la actualidad deriva de una última etapa del volcanismo que afectó esta porción central del

país durante el Plio-Cuaternario, distinguiéndose en ella dos componentes macro-morfoestructurales básicos: la montaña volcánica y la rampa de piedemonte. La primera refiere a una franja angosta adosada al eje de la sierra y que está constituida por un complejo de estructuras geológicas entre las que están domos y conos volcánicos, derrames lávicos y acumulaciones piroclásticas de composición andesítica.

Al pie de las montañas y colocada en una posición relativamente alta (2800 ms.) se extiende la rampa de piedemonte que enlaza con el fondo llano de la cuenca. Está constituida en su substrato por los materiales de un piedemonte de naturaleza y génesis volcánico-denudatorio y que solamente en cotas muy bajas pasa a conformar otro de tipo francamente detrítico. Ambas unidades —montaña y rampa— resultaron fracturadas por antiguos patrones tectónicos que orientaron sus estructuras preferentemente al SE-NW y al SW-NE, teniendo este último patrón grandes implicaciones durante el emplazamiento de la red fluvial, cuyo eje principal se alinea en la misma dirección del NE.

Todo este dispositivo orográfico desempeña un papel importante en la distribución de las variantes climáticas al interior de la cuenca. Los vientos predominantes del noreste (los alisios) —característicamente húmedos y frescos en esta porción central del país— se ven forzados a ascender por la vertiente, liberando precipitaciones en una cuantía que tiende a incrementarse conforme a la altitud. Por ello, la distribución de los tipos climáticos se da por medio de franjas paralelas y perpendiculares a la dirección de la pendiente general, siendo según el sistema de clasificación climática de Thornthwaite cinco los tipos climáticos básicos. A excepción de las cimas por arriba de los 3400 msnm, donde el clima es muy frío —con las temperaturas medias de todos los meses por debajo de 10° C— y medianamente húmedo, el resto de las laderas montañosas cuentan con un clima frío pero muy húmedo, con precipitaciones que superan los 1300 mm anuales. Ya en el sector de la rampa de piedemonte se presenta una transición climática que lleva, conforme se desciende en altitud, a un incremento gradual de los valores térmicos y una disminución de las precipitaciones, hasta alcanzar en el sector inferior de la rampa un ambiente templado —con la temperatura media anual superior a 18° C— y subhúmedo —con menos de 800 mm. anuales— y marcado por una mayor limitación de las disponibilidades hídricas.

3. LA ORGANIZACIÓN MESO-GEOECOLÓGICA

El sistema hidrológico de la cuenca manifiesta una clara influencia orográfica y climática diferenciándose de esta forma una organización fundamentalmente altitudinal que consiste en tres «franjas de escorrentía»: 1) La franja correspondiente a la montaña que es el área más lluviosa y fresca, genera los mayores excedentes hídricos, superiores a 800 mm en el área de las cumbres; 2) En la rampa del piedemonte la desfavorable relación temperaturas-precipita-

ción aunado a las bajas capacidades de retención de algunos materiales piroclásticos y detríticos llevan a un gradual decremento del potencial hídrico que se agudiza conforme se desciende de altitud y que se sitúa entre 200 y 600 mm anuales, definiéndose así una estación del año (el invierno) marcada por apreciables déficits hídricos y en la que la evapotranspiración real (ETR) se rezaga de los valores potenciales, con lo que las reservas de humedad en el suelo manifiestan importantes pérdidas; 3) En las partes bajas de la rampa y coincidiendo con el área del piedemonte detrítico, la falta de grandes prominencias topográficas mitiga las lluvias y permite un caldeamiento más intenso y parejo de las superficies, así como altas tasas de evapotranspiración e importantes mermas en las existencias hídricas, las cuales no llegan a los 200 mm de media anual.

Pero no obstante los importantes volúmenes de escorrentía disponibles y el alto desnivel topográfico de la cuenca —cercano a 1500 m por 30 km de longitud—, el sistema hidrológico se define por una notoria falta de cursos superficiales permanentes o semipermanentes y por la adopción de un régimen de escurrimiento torrencial. Son diversos aspectos morfoestructurales, topográficos e incluso antrópicos los que intervienen y de entre ellos destaca la alta permeabilidad de los materiales muy fracturados del piedemonte volcánico que incentivan los procesos de infiltración y recarga de mantos acuíferos, confiriendo a las superficies un carácter seco que se incentiva hacia las porciones bajas de la cuenca. A esto hay que añadir la sustracción del recurso hídrico por parte del hombre y que se traduce en grandes pérdidas en las aguas corrientes superficiales.

La red hidrográfica actual se estableció sobre una superficie que ya mostraba evidencias de una antigua evolución bajo períodos más cálidos del Pleistoceno, durante los cuales el piedemonte volcánico fue cepillado por la arroyada laminar combinada con procesos eólicos, que suavizaron su topografía transformándola en una extensa rampa, sobre la que inmediatamente comenzaron a encajarse los cursos de agua que conformarían los ejes principales de la red actual del río Cuautitlán. La morfología de valles evidencia que en un principio el proceso de encajamiento de la red se dio con mayor intensidad sobre la margen derecha de los cursos —la más próxima al fondo general de la cuenca de México—, de lo que resultaron valles amplios y de morfología asimétrica con una ladera de ataque —más corta y empinada— situada en umbría. Pero, además, el encajamiento y desarrollo del sistema fluvial en su conjunto estuvo desde sus orígenes favorecido por la ya citada red de antiguas fracturaciones orientadas preferentemente al NW y al NE, siendo estas últimas las de mayor trascendencia dada la evidente adaptación de corrientes —de todos los órdenes— a las principales estructuras de dislocación. En el área montañosa esta influencia tectónica llevó al encajamiento vertical sobre materiales tectónicamente alterados y triturados y a la evolución sobre ellos de valles encajados de perfil en «V».

En la actualidad, las aguas corrientes superficiales continúan siendo el agente fundamental del modelado en toda la cuenca, siendo posible distinguir

en ella dos ámbitos dinámica y paisajísticamente distintos. Por una parte están los interfluvios montañosos y del piedemonte que mantienen básicamente su relieve modelado en las fases climáticas (cálido-áridas) del pasado y que no han sido aún integrados a la red de valles. En estos ámbitos, de extensión minoritaria y decreciente, la morfodinámica corre a cargo de procesos escasamente competentes, teniendo como consecuencia que la mayor parte de estas superficies estén roturadas o urbanizadas.

Por otra parte el interior de los valles, barrancos, cárcavas y *badlands* se caracteriza por un frágil equilibrio o franca inestabilidad que se ha traducido en el emplazamiento de sistemas morfogenéticos que, no obstante el desplazamiento lateral que caracterizó la evolución inicial de estos valles, en la actualidad afecta ambas laderas aunque con estilos de evolución distintos y condicionados por su disimetría: Formación de cárcavas y *badlands*, combinados con reptaciones, deslizamientos y hundimientos sobre las márgenes tendidas, se contraponen a los abarrancamientos, combinados con deslizamientos y desprendimientos de las laderas de la margen de ataque. Estas últimas son comúnmente más hostiles a la entrada del hombre y por tanto hoy se aprecian fitoestabilizadas por comunidades forestales de gran valor que las convierte en ámbitos de particular importancia ecológica y paisajística.

Solamente en las laderas montañosas las escorrentías se completan con procesos de fuerte control gravitatorio como derrumbes y caída de derrubios, en tanto que en las áreas de cima y en los campos de piroclastos que coronan la sierra, domina un sistema morfogenético muy poco difundido en esta porción central del país, y el cual queda caracterizado por el predominio de acciones de tinte periglacial, con crioturbación y formación de lentejones de hielo que afectan a los suelos y a las formaciones deleznable.

Bajo las condiciones de fuerte inestabilidad que premian en una mayor parte del territorio los procesos edafogenéticos son más bien lentos y los suelos por lo general poco evolucionados y diferenciados, de escaso espesor y bastante semejantes en su estructura y química a los materiales de partida. Sin embargo, se aprecian variaciones edafogenéticas que corresponden a siete unidades de suelo. Los andosoles úmbricos son la unidad de suelos cineríticos más representativa en medios forestales, de topografía más bien accidentada, semifríos y lluviosos que son característicos de las altas laderas montañosas. La variante háplica del andosol está asociada a sectores de ladera que reciben menos aportes de materia orgánica y por consiguiente que presenta una lixiviación más completa, siendo suelos menos ácidos y de tonos empardecidos. Sobre roquedos de lava compacta o ciertos flujos de piroclastos cementados de alta resistencia a la edafogénesis, predominan los suelos poco profundos y escasamente diferenciados del tipo del leptosol lítico.

En el área de la rampa de piedemonte, el luvisol crómico evoluciona sobre depósitos piroclásticos con frecuencia sueltos, alterados y bajo condiciones pluviométricas estacionales pero abundantes que favorecen las percolaciones, las lixivitaciones y los lavados. Y en las porciones más bajas que forman los entor-

nos de la presa Guadalupe los aportes de agua al suelo decrecen y a consecuencia de la estacionalidad pluvial se da una importante acumulación de arcillas expandibles cerca de la superficie del terreno y la evolución de los vertisoles eútricos. Como habría de esperar en un área donde la arroyada tiene una gran importancia, los fluvisoles son escasos y se presentan únicamente en las estrechas llanuras de inundación del bajo Cuautitlán así como en algunos remansos topográficos al pie de sus principales tributarios.

El rol del hombre y sus actividades en la organización edáfica de la vertiente es evidente y particularmente graves las consecuencias que han tenido los cambios de uso y en particular la eliminación de los bosques, la alteración de los patrones hidrológicos y el consecuente incremento de las escorrentías. En la rampa que es el sector más afectado, se ha llegado a la eliminación física de los suelos ándicos y luvisoles, así como a la inclusión de los antrosoles úrbicos —suelos de fuerte acidificación pero bajos en contenido orgánico— mejor asociados a basureros y escombreras ampliamente representados y en creciente expansión.

4. LAS COMUNIDADES FORESTALES

Como resultado de la incidencia en el tiempo de todos los factores indicados, la ocupación biótica actual en la cuenca del río Cuautitlán se distingue por una amplia variedad florística (462 especies en el piedemonte según Bracho, 1985) y por la configuración a partir de ella de seis tipos de comunidades climáticas: **bosque de pino de alta montaña (*P. Hartwegii*)**, **bosque de abeto (*Abies religiosa*)**, **bosque mixto de abeto y pino de alta montaña**, **bosque mixto de abeto y pinos (*Pinus spp.*)**, **bosque de encinos (*Quercus spp.*)** y **bosque mixto de abeto, pinos y encinos**.

a) *El bosque de pino de alta montaña*

La característica que mejor define esta formación es el alto dosel —de más de 15 ms.— conformado por los pinos (*Pinus Hartwegii*) de especial interés al ser la única especie arbórea que coloniza las áreas de cima por arriba de la cota 3400 ms. y bajo condiciones muy frías de evidente tinte periglaciario, razón por la cual le hemos nombrado convenientemente como pino «de alta montaña». Es el pino de mayor tamaño (30 m) que crece en la cuenca y está bien diferenciado por su copa amplia y bastante redondeada, con acículas cortas y tiesas de tres en tres y su madera dura y resinosa muy utilizada como combustible (Sánchez, 1984).

El dominio exclusivo de estos pinares abiertos está condicionado por factores climáticos, sobre todo por las bajas térmicas y por el efecto desecante y refrescante de los vientos que en estas áreas de cumbre soplan durante todo el año. Por ello, el sotobosque, muy abierto en invierno, tiene escasos elementos

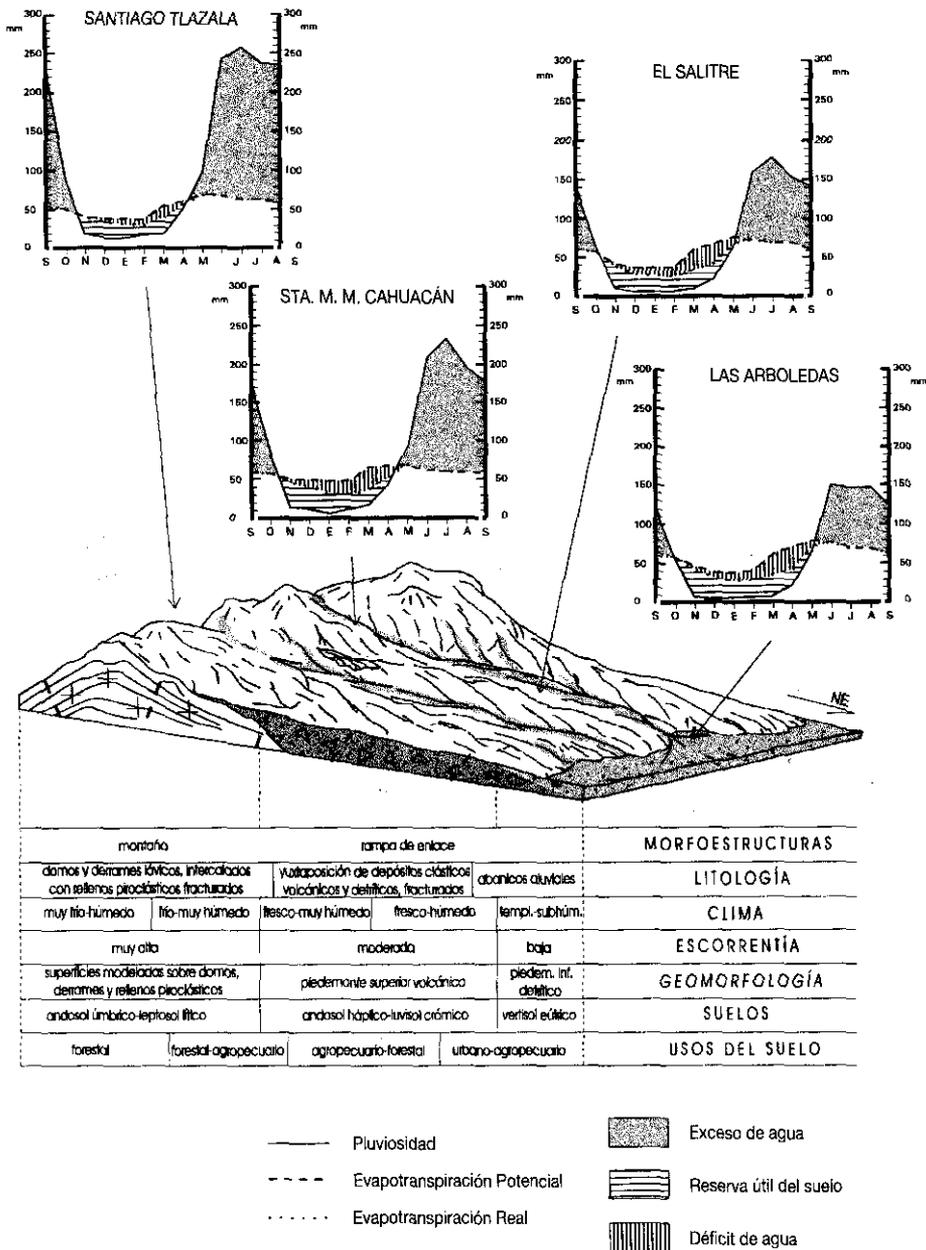
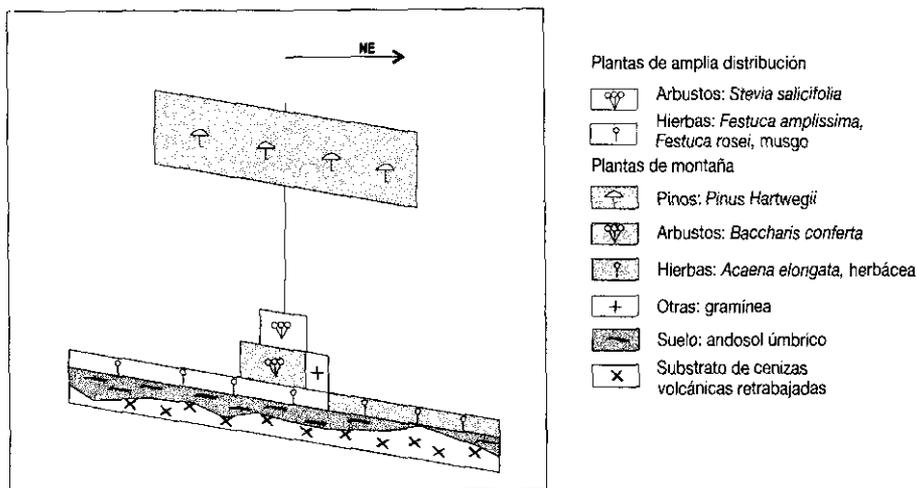


Figura 2.—Bloque-diagrama esquemático de la geocología de la cuenca del río Cuautitlán.

arbustivos que comúnmente son exclusivos de los ambientes fríos de la montaña, y entre los que destacan las llamadas escobillas (*Baccharis conferta*) — arbusto de 1 a 2 m de altura, ramoso desde la base y glutinoso, con hojas dentadas de 2 cm de largo y flores blancas— además de una rosácea muy frecuente, la pegarropa (*Acaena elongata*).



LLANO LAS NAVAJAS (3.490 msnm)

ESPECIES POR ESTRATO	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD
ESTRATO ARBÓREO SUPERIOR		
<i>Pinus Hartwegii</i>	3	1
ESTRATO ARBUSTIVO		
<i>Stevia salicifolia</i>	+	1
ESTRATO SUBARBUSTIVO		
<i>Baccharis conferta</i>	1	1
Gramínea alta	+	1
ESTRATO HERBÁCEO		
<i>Festuca amplissima</i>	4	5
<i>Festuca rosei</i>	1	4
<i>Acaena elongata</i>	2	3
Herbacea	4	5
Musgo	3	5

Figura 3.—Pirámide e inventario de vegetación del bosque de pino de alta montaña.

b) *El bosque de abeto*

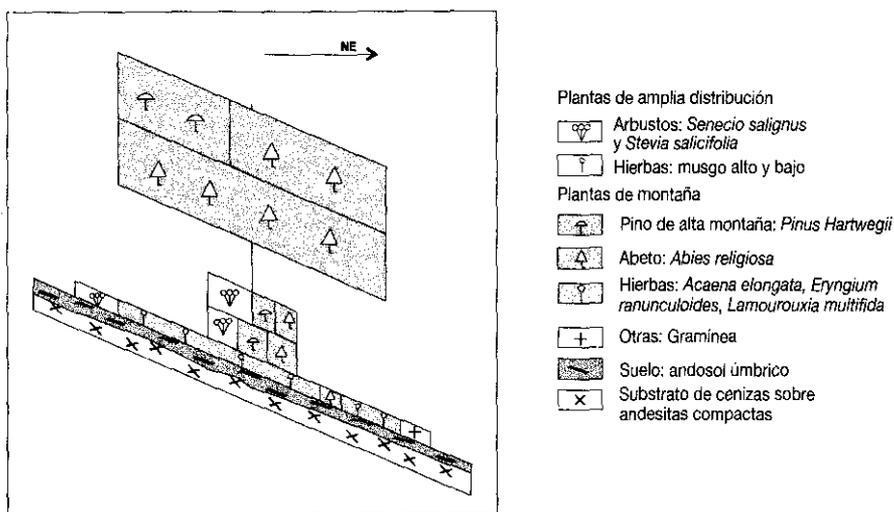
Es una comunidad de gran talla, dominada en el estrato arbóreo por la única variedad de abeto que coloniza el área de la sierra, el *Abies religiosa*, de porte en forma cónica, tronco grueso, corteza áspera y madera blanca de baja calidad. Siempre frecuentes los pinos, encinos, olmos y madroños brindan a la comunidad una riqueza florística que contrasta con la simplicidad del pinar cacuminal. Pero la mayor biodiversidad está concentrada en los niveles del sotobosque, siendo las rosáceas y gramíneas las familias de arbustos mejor representadas y al nivel de género destacan la jarilla (*Senecio salignus*) y el *Eupatorium spp.*, además de un enebro (*Juniperus monticola*), que se convierte en dominante bajo condiciones de mal drenaje (Rzedowski, 1979). Un denso manto herbáceo y mucinal incluye una amplia representación de hongos, musgos y líquenes, así como epífitas y bromeliáceas comunes en el follaje.

Los abetales son la comunidad más exigente y frágil de cuantas habitan en el área, prefiriendo un rango climático estrecho que va de frío a fresco con las temperaturas medias entre 10° y 14° C y muy lluvioso con precipitaciones superiores a 1300 mm anuales, siendo poco tolerantes a la falta de humedad, al frío extremo y al embate mecánico del viento, por lo que suelen conformar comunidades cerradas y bien resguardadas en el interior de valles orientados al norte, como en la cuenca alta del río Las Palomas.

c) *Los bosques mixtos de abeto y pinos*

Incluye esta formación a la asociación de abetos con alguna de las variedades de pinos que colonizan la cuenca, sobre todo con el ya citado *Pinus Hartwegii*, con *P. Leiophylla* y *P. Montezumae* (generalmente por separado con cada uno de ellos). El más común de estos últimos —*P. Leiophylla*— tiene una talla máxima de 25 m y se caracteriza por su corteza negruzca y áspera y sus acículas envainadas de cinco en cinco, en tanto que *P. Montezumae* es de menor talla aunque de copa más amplia, corteza rojiza y follaje conformado por grandes acículas de hasta 30 cm envainadas también de cinco en cinco.

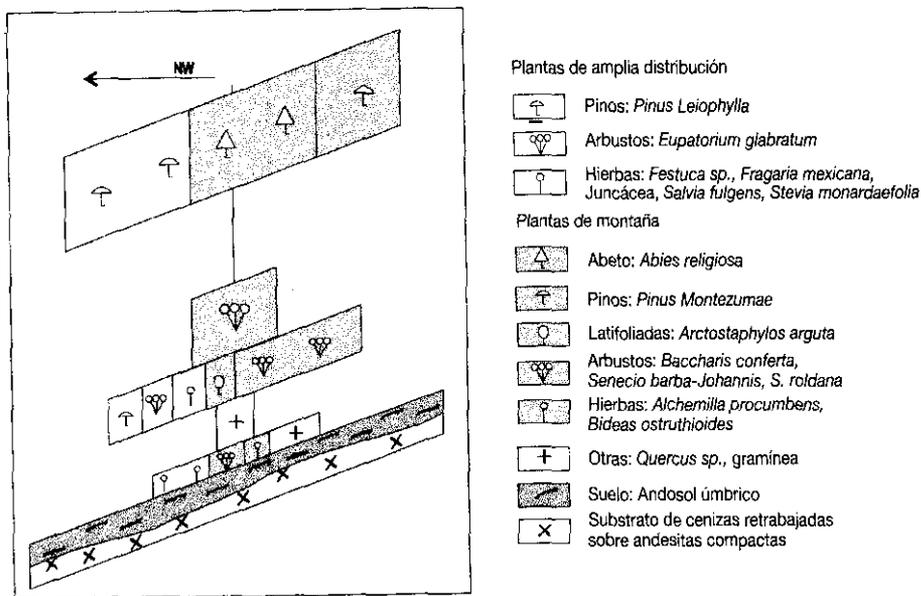
Se constituyen así bosques mixtos de gran talla, presentando no obstante variaciones en la fisionomía, composición y estructura según las variaciones locales del medio. La primera de estas variantes es una comunidad de estructura compleja que cuenta con dos estratos arbóreos, uno superior (de más de 15 m) que combina al *Abies religiosa* con *Pinus Hartwegii* y otro inferior exclusivo de abetos. Es una comunidad enriquecida con los elementos arbustivos y herbáceos altamente especializados que ya habían sido señalados para los pinares de alta montaña, por lo que viene a representar esta formación la transición entre el mundo vegetal de las cimas y el de las laderas montañosas. Se encuentra a altitudes entre 3200 y 3400 metros, bajo condiciones climáticas frías, con temperaturas medias mensuales siempre inferiores a 10° C y húmedas con pluviosidad cercana a 1300 mm.



CERRO PRIETO (3.370 msnm)

ESPECIES POR ESTRATO	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD
ESTRATO ARBÓREO SUPERIOR		
<i>Pinus Hartwegii</i>	2	1
<i>Abies religiosa</i>	3	1
ESTRATO ARBÓREO INFERIOR		
<i>Abies religiosa</i>	3	3
ESTRATO ARBUSTIVO		
<i>Abies religiosa</i>	1	1
<i>Senecio salignus</i>	1	2
<i>Pinus Hartwegii</i>	+	2
ESTRATO SUBARBUSTIVO		
<i>Abies religiosa</i>	+	1
<i>Senecio salignus</i>	+	1
<i>Pinus Hartwegii</i>	+	1
ESTRATO HERBÁCEO		
Musgo alto	4	5
Musgo bajo	+	2
<i>Acaena elongata</i>	1	3
<i>Lamourouxia multifida</i>	+	2
<i>Senecio salignus</i>	+	1
<i>Eryngium ranunculoides</i>	+	1
<i>Abies religiosa</i>	+	1
Gramínea	+	1
<i>Stevia salicifolia</i>	+	1

Figura 4.—Pirámide e inventario de vegetación del bosque mixto de abeto y pino de alta montaña.



PRESA ITURBIDE (2.975 msnm)

ESPECIES POR ESTRATO	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD
ESTRATO ARBÓREO SUPERIOR		
<i>Abies religiosa</i>	3	1
<i>Pinus Montezumae</i>	3	1
<i>Pinus Leiophylla</i>	2	1
ESTRATO ARBORESCENTE		
<i>Senecio roldana</i>	1	1
ESTRATO ARBUSTIVO		
<i>Senecio roldana</i>	2	2
<i>Senecio barba-Johannis</i>	2	2
<i>Arctostaphylos arguta</i>	1	1
<i>Pinus Leiophylla</i>	1	1
<i>Eupatorium glabratum</i>	1	1
Ciperácea	1	3
ESTRATO SUBARBUSTIVO		
Gramínea	+	1
ESTRATO HERBÁCEO		
Herbácea	+	1
<i>Senecio roldana</i>	+	1
<i>Stevia monardaefolia</i>	2	2
Gramínea	1	2

Figura 5.—Pirámide e inventario de vegetación de los bosques mixtos de abeto y pinos.

ESPECIES POR ESTRATO	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD
<i>Bidens ostruthioides</i>	+	1
<i>Salvia fulgens</i>	+	1
<i>Fragaria mexicana</i>	+	1
<i>Quercus</i> sp.	+	1
<i>Alchemilla procumbens</i>	+	1
Leguminosa	+	1
<i>Festuca</i> sp.	+	1
<i>Acaena elongata</i>	+	1
<i>Baccharis conferta</i>	+	1

Figura 5.—(continuación).

La segunda variante ocupa una posición inferior en la vertiente (de 2900 a 3200 msnm), siendo de ambientes igualmente húmedos pero donde las temperaturas medias registran un claro incremento y se sitúan entre 10° y 14° C, con lo que el pino de alta montaña cede lugar a las otras variedades de pino más termófilas, con las que se configura una formación forestal de gran talla (más de 15 m) pero de un solo estrato arbóreo. El sotobosque denota ya un claro dominio de plantas indicadoras de ambientes frescos, entre las que destaca por su abundancia el hilo (*Eupatorium glabratum*), arbusto de hojas romboideo-oblongas que en buenas condiciones de humedad puede alcanzar hasta 2 m de altura. Y entre las latifoliadas son frecuentes el garambuyo (*Arctostaphylos arguta*), propio de los ambientes de montaña y un madroño (*Arbutus glandulosa*), de talla alta (hasta 15 m), tronco y ramas rojizas y hojas oblongas de 3 a 10 cm de largo.

d) Los bosques de encinos

Los encinos —como se reconoce de forma genérica a todos los representantes del género *Quercus* en México— ocupan una importante extensión y presentan una amplia variedad fisionómica y florística que se explica por los diversos ambientes en los que se presentan. Las comunidades se componen de dos a cuatro especies codominantes, siendo las más frecuentes *Q. crassipes*, *Q. laurina* y *Q. rugosa* y, en segundo término, *Q. glabrescens*, *Q. lanceolata*, *Q. mexicana*, *Q. castanea*, *Q. centralis*, *Q. laeta* y *Q. obtusata*, todas ellas de amplia distribución en la parte central del país. Se presentan como formaciones relativamente altas (de hasta 15 m), densas y con uno o dos estratos arbóreos; siempre verdes debido a que el periodo de carencia de hojas en estos árboles es corto y no coincide entre las diversas especies. En el sotobosque tienen una elevada presencia las plantas arbustivas de gran amplitud ecológica y de entre las cuales destacan los topozanes —*Buddleja lanceolata* y *Buddleja cordata*— grandes

loganiáceas de hasta 6 metros, ramosas casi desde la base, de hojas largas (entre 8 y 30 cm), gruesas y tomentosas y con flores vistosas de color amarillo.

El área de distribución de los encinares se centra en la mitad inferior de la cuenca por debajo de los 3200 metros, en ambientes frescos o templados —con temperaturas medias mensuales superiores a 12° C— y precipitaciones moderadas —entre 800 y 1300 mm anuales—. Tomando en consideración las variaciones inducidas por la diversidad de ambientes en que se encuentran estos bosques, se pueden distinguir en el área de estudio tres tipos de encinares puros, cuya distribución corresponde con las grandes unidades del relieve. Los encinares de los relieves montañosos —mejor conservados—, se caracterizan por su rica flora y por la presencia de hasta cuatro especies de encino codominantes. En la parte superior de la rampa de piedemonte, los encinares presentan una riqueza florística similar a los anteriores, pero muestran un apreciable grado de perturbación que afecta sobre todo a los sotobosques. Y finalmente los encinares del piedemonte inferior, adaptados a condiciones de mayor sequedad ambiental, se caracterizan por especies de menor talla (menos de 10 ms.) y sotobosques escuetos y poco diversificados.

e) *Los bosques mixtos de abeto, pinos y encinos*

Las formaciones que incluyen a los tres elementos arbóreos fundamentales (abeto, pinos y encinos) como codominantes son poco frecuentes en la cuenca,

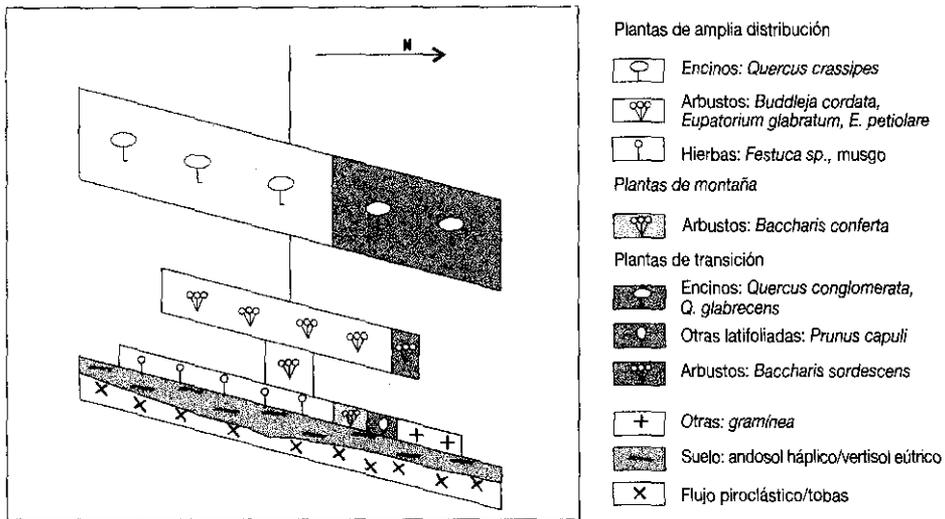


Figura 6.—Pirámide e inventario de vegetación de los bosques de encinos.

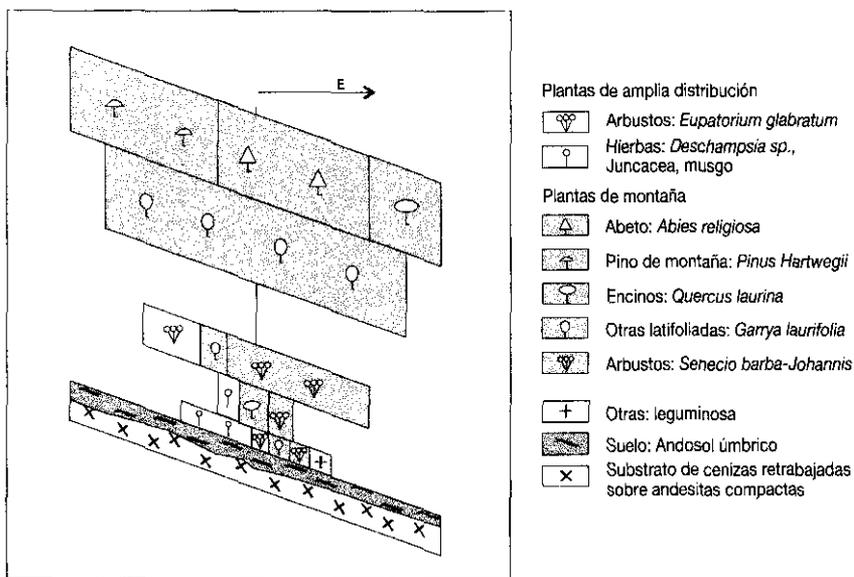
NICOLÁS ROMERO (2.510 msnm)

ESPECIES POR ESTRATO	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD
ESTRATO ARBÓREO INFERIOR		
<i>Quercus crassipes</i>	3	1
<i>Quercus conglomerata</i>	1	1
<i>Quercus glabrescens</i>	1	1
ESTRATO ARBUSTIVO		
<i>Eupatorium glabratum</i>	2	2
<i>Eupatorium petiolare</i>	2	2
<i>Buddleja cordata</i>	2	1
<i>Baccharis sordescens</i>	+	1
ESTRATO SUBARBUSTIVO		
<i>Eupatorium petiolare</i>	+	1
ESTRATO HERBÁCEO		
<i>Festuca sp.</i>	3	2
Gramínea	2	2
Musgo	1	3
<i>Prunus capuli</i>	+	1
<i>Baccharis conferta</i>	+	1

Figura 6.—(continuación).

aunque pueden encontrarse en diversos enclaves situados en la parte alta de la rampa y en los sectores inferiores de las laderas montañosas, entre los 2500 y los 3200 metros. Son formaciones de estructura compleja con dos estratos arbóreos, el superior constituido por el abeto (*Abies religiosa*), los pinos (*P. Leiophylla* y *P. Montezumae*) y los encinos (*Quercus mexicana* y *Q. laurina*) y un estrato inferior de menos de 15 ms. ocupado preferentemente por diversas latifoliadas entre las que predomina el cuauchichie (*Garrya laurifolia*) —una laurácea propia de ambientes frescos y muy húmedos que cuando es predominante da a las formaciones un cierto aspecto a laurisilva—. El sotobosque también denso está constituido principalmente por compuestas y gramíneas, altamente especializadas en ambientes de montaña como los senecios.

Aunque tienen una notable amplitud ecológica, estas formaciones forestales muestran claras preferencias por los ambientes frescos, de entre 12° y 14° C de media anual, y lluviosos con precipitaciones de 800 a 1000 mm. Se desarrollan favorablemente sobre vertientes montañosas de gran desnivel orientadas en umbría (como en el cerro Texcané) y en el interior de grandes valles fluviales (como en los tramos medios de las subcuencas de los ríos Cuautitlán, Santa Ana y Xinté).



TLAZALA (3.010 msnm)

ESPECIES POR ESTRATO	ABUNDANCIA	SOCIABILIDAD
ESTRATO ARBÓREO SUPERIOR		
<i>Pinus Montezumae</i>	4	2
<i>Quercus laurina</i>	3	1
<i>Abies religiosa</i>	2	1
ESTRATO ARBÓREO INFERIOR		
<i>Garrya laurifolia</i>	4	4
ESTRATO ARBUSTIVO		
<i>Senecio barba-Johannis</i>	3	3
<i>Eupatorium glabratum</i>	1	1
<i>Garrya laurifolia</i>	+	1
ESTRATO SUBARBUSTIVO		
Carrizo	1	2
<i>Senecio barba-Johannis</i>	1	1
<i>Quercus laurina</i>	+	1
ESTRATO HERBÁCEO		
<i>Deschampsia sp.</i>	2	3
<i>Garrya laurifolia</i>	+	2
<i>Senecio barba-Johannis</i>	+	1
<i>Eupatorium glabratum</i>	+	1
Carrizo	+	1
Leguminosa	+	1

Figura 7.—Pirámide e inventario de vegetación de los bosques mixtos de abeto, pinos y encinos.

3. LA OCUPACIÓN URBANA Y EL ESTADO ACTUAL DE LAS COMUNIDADES VEGETALES

Todos los caracteres de la influencia antrópica en la cuenca del río Cuautitlán derivan del contacto que en ella se da entre un medio natural de montaña particularmente rico y frágil y un área urbana de grandes dimensiones y en fuerte expansión, como es la Ciudad de México. Este contacto ha adquirido una intensidad y un dinamismo excepcionales a partir de la sexta década de este siglo, al desencadenarse el proceso de urbanización del borde occidental de la ciudad, sobre los terrenos circunscritos a la porción pedemontana de la cuenca del río Cuautitlán.

Atendiendo al estado actual de los aprovechamientos y al grado de las perturbaciones propinadas al medio por parte del hombre se destacan en la cuenca dos ámbitos. Uno es el sector basal de la cuenca que concentra el área urbanizada y las áreas aún no incorporadas pero en las que opera el más dinámico complejo de procesos de sustitución de los usos forestales y agropecuarios por nuevos aprovechamientos mayoritariamente de tipo habitacional. Las ocupaciones se realizan fundamentalmente por medio de ampliaciones y densificaciones de antiguos pueblos —como Nicolás Romero—, junto con la creación de nuevos fraccionamientos y complejos comerciales y de servicios —como Sayavedra y Bosques del Lago— que son eventualmente alcanzados e incorporados a la mancha urbana. Los bosques han sido prácticamente eliminados de estas superficies llanas, al tiempo que las tierras de labor que originalmente los sustituyeron son sistemáticamente abandonadas en tanto pasan a formar parte del espacio urbanizado.

Las partes altas de la rampa de piedemonte y las laderas y cumbres montañosas escapan de este patrón y mantienen ambientes de tinte más rural. En ellas el crecimiento habitacional es moderado y se centra en las orlas que bordean los pequeños pueblos —como Tlazala y Mazatla— dedicados de forma tradicional a las actividades agropecuarias y a la explotación de los recursos forestales. En la actualidad, la superficie boscosa representa solamente una tercera parte del área total de la cuenca, mientras que los dos tercios restantes son dominio de las formaciones secundarias de matorral y pastizal o bien, corresponden a espacios roturados —activos o sin un uso aparente— o que han sido ya absorbidos por la mancha urbana de la capital. A lo anterior hay que añadir que el conjunto de los bosques remanentes tras las intervenciones manifiestan evidentes daños causados por efecto de la contaminación de los ambientes que se desprende tanto de las actividades antrópicas locales como por la entrada en la cuenca de masas ya contaminadas procedentes de la aglomeración urbana.

Y ante este panorama puede decirse que hoy el mayor riesgo se relaciona con la desorganización de las acciones humanas y con la falta de una efectiva política de protección de los espacios naturales y en especial enfocada a asegurar el control del expansionismo habitacional y el bienestar de los recursos forestales, asunto éste en sumo complejo que hasta el momento actual ha

desembocado en una irremediable pérdida del contenido biótico del sistema natural, más sentida por debajo de la cota 300 metros, en el área del piedemonte inferior.

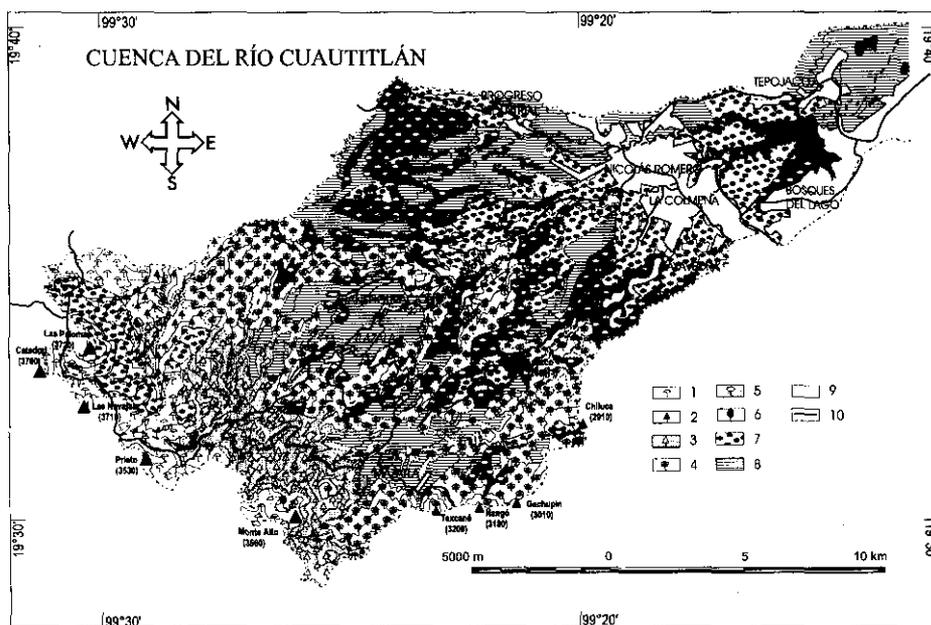


Figura 8.—Estado actual de los usos del suelo: (1) bosque de pino de alta montaña, (2) bosque de abeto, (3) bosque mixto de abeto y pino de alta montaña, (4) bosque mixto de abeto y pinos, (5) bosque de encinos, (6) bosque introducido de eucalipto y pirul, (7) formaciones de matorral o pastizal, (8) cultivos, (9) Área Urbana de la Ciudad de México y pueblos o fraccionamientos residenciales dispersos, (10) principales vías de acceso.

4. LA ORGANIZACIÓN ESPACIAL DEL PAISAJE VEGETAL

Desde el punto de vista fitogeocológico la organización vegetal de la cuenca del río Cuautitlán no puede ser vista como un producto puramente natural, toda vez que los cambios antropógenos que han operado con gran intensidad desde hace cuatro décadas han ocasionado la afectación estructural y funcional de los bosques, con la consecuente inclusión de nuevas formaciones vegetales o modalidades de ocupación que en todo caso implican valiosas pérdidas en el contenido biótico. En este sentido, la organización espacial de las diversas combinaciones vegetales que se describieron arriba define una serie de pisos de vegetación, distinguiéndose la existencia de cuatro pisos fundamenta-

les, a los que —de forma convencional y con un significado puramente regional— se han denominado «piso pedemontano», «piso de transición», «piso montano» y «piso cacuminal».

a) *El piso pedemontano*

Este piso corresponde básicamente con el área donde los bosques densos de encinos son la única vegetación forestal posible, lo cual ocurre sólo en la porción de la rampa que se extiende por debajo de los 2500 msnm, coincidiendo con la franja más afectada por las acciones antrópicas. Las condiciones térmicas son templadas, con una temperatura media anual superior a 15° C y las medias de los meses más cálidos superiores a 18° C, que se combinan con los volúmenes pluviométricos más bajos, con menos de 900 mm anuales.

En la actualidad estas formaciones han sido ampliamente destruidas y fragmentadas, llevando a su desaparición casi total de las superficies interfluviales —hoy roturadas y en gran parte urbanizadas—, por lo que los bosquetes que aún perviven están resguardados en las laderas cortas y empinadas de difícil acceso, características de la margen de ataque de los valles. Sin embargo, aún en estos sitios las comunidades manifiestan daños estructurales muy sentidos por los encinos y aprovechados por otras plantas más tolerantes como el madroño (*Arbutus xalapensis*), el pirul (*Schinus molle*) y el garambuyo (*Arctostaphylos arguta*), que incrementan su presencia y se convierten en competidores de los encinos.

Así, dejando aparte lo que ya ha sido cubierto por las construcciones, la mayor parte de la superficie de este piso está ocupada por antiguos campos de cultivo abandonados, que son recolonizados por pastizales de *Festuca sp.* y por matorrales con cactáceas y otras plantas espinosas adaptadas a la pobreza edáfica y a la sequedad ambiental, y con frecuente presencia de elementos arvenses y ruderales, particularmente en los ámbitos inmediatos a las áreas más frecuentadas por el hombre. En ellos se han efectuado algunas reforestaciones con especies externas resistentes —en concreto con eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y pirul (*Schinus molle*)— para controlar vertientes particularmente inestables o, en menor medida, para mejorar la calidad paisajística.

b) *El piso de transición*

La mezcla de coníferas y latifoliadas caracteriza la vegetación potencial de una extensa franja intermedia de la cuenca (entre 2500 y 3200 msnm), en la que uno o varios elementos arbóreos de la familia de las pináceas, que puede ser *Abies religiosa*, *P. Montezumae* y *P. Leiophylla*, comparten espacio con los encinos de montaña como *Quercus crassipes*, *Q. rugosa*, *Q. laurina* y *Q. mexicana*. Se define así un piso de transición fitoecológica entre el piedemonte y la monta-

ña, donde las condiciones térmicas van de frescas a frías —con temperaturas medias anuales entre 11° y 15° C y medias mensuales por debajo de 18° C— y las precipitaciones son altas —de 900 a 1300 mm anuales y en torno a 200 mm de pluviosidad media mensual—.

Dadas las amplias posibilidades de combinación florística se han podido diferenciar dos subpisos, cada uno de los cuales está definido por las especies concretas que constituyen las formaciones forestales. El subpiso inferior (de 2500 a 2800 msnm) se caracteriza por un complejo entramado en el que alternan bosques mixtos de pinos y encinos y encinares casi puros, dominando estos últimos en las laderas mejor expuestas. El subpiso superior (de 2800 a 3000 msnm) está definido precisamente por la presencia muy significativa del cuauchichie (*Garrya laurifolia*) en todos los bosques mixtos, pero que preferentemente se asocia con encinos y abetos para dar lugar en ciertos enclaves muy resguardados a un tipo de bosque con cierto aspecto de laurisilva, al que anteriormente se hizo referencia.

Sin embargo, la presencia humana y la fuerza transformadora de sus acciones es mucho más intensa en el subpiso inferior y ello se deja sentir sobre las comunidades mixtas que ya en la actualidad han sido en su totalidad eliminadas de los interfluvios roturados y solamente descienden por el interior húmedo y resguardado de los valles, donde el alto grado de perturbación es tolerado solo por representantes del género *Quercus* que se sobreponen a las coníferas configurándose por tanto encinares casi puros. Los matorrales de escobilla y los pastizales de gramíneas amacolladas, inducidos en su mayor parte por las actividades pecuarias, ocupan una importante superficie aunque en sumo matizada al interior de los bosques y en el entorno de los pueblos, de las áreas de labor, de los caminos y de las demás infraestructuras.

En contraste con el retroceso de los bosques naturales, este piso ha sido el más favorecido por las reforestaciones con especies nativas entre las que destacan las efectuadas con *Abies religiosa* y *Pinus Leiophylla* y hacia su límite inferior con latifoliadas externas como eucalipto (*Eucaliptus globulus*) y pirul (*Schinus molle*). Esta última es la única planta arbórea de repoblación que ha conseguido adaptarse y crecer de forma silvestre en la cuenca.

c) *El piso montano*

La característica que mejor define este piso es el dominio de los abetos, que se presentan en bosques puros o mezclados con las diversas variedades de pinos —*Pinus Hartwegii*, *P. Montezumae*, *P. Leiophylla*—, en tanto que los encinos dejan de ser un elemento dominante o codominante y sólo se presentan como flora secundaria, junto con los madroños y los cuauchichies. Este cambio de proporciones en la composición florística se relaciona con la variación que la altitud introduce en el clima. Sobre los 3000 metros las condiciones térmicas son ya bastante frías, en torno a 10° C de temperatura media anual y con

medias inferiores a 10°C durante el invierno que se combinan con las mayores pluviosidades de toda la cuenca (superiores a 1300 mm), además que las heladas pasan a ser un fenómeno común durante la temporada de invierno.

No obstante la relativa estrechez de este piso es posible distinguir, en base a las preferencias ecológicas de las formaciones vegetales, dos subpisos de vegetación: el subpiso inferior que combina abetales puros y bosques mixtos de abeto con pinos —*P. Leiophylla* y *P. Montezumae*—, y el subpiso superior en el que, como respuesta a las condiciones térmicas más frías que se registran por arriba de la cota 3400 metros, la combinación de abetales puros y bosques mixtos de coníferas incluye una sola especie de pino (*P. Hartwegii*).

En conjunto, este piso montano se distingue por estar poco afectado por la antropización, sobre todo por los procesos directamente relacionados con la expansión urbana. Como consecuencia de ello las comunidades forestales tienen una mayor extensión relativa y se conservan en mejores condiciones, no obstante lo cual los bosques originarios han sido sometidos a la tala y a incendios intencionados en los sectores donde aún es posible algún aprovechamiento agropecuario. Debido a ello la masa forestal se presenta en la actualidad segmentada en manchas de mediana extensión separadas por formaciones matorrales y pastizales especializados de montaña.

d) *El piso cacuminal*

Es el piso de vegetación más alto de la sierra (sobre los 3400 metros) que si bien no llega a tocar el límite superior de los bosques —que se alcanza a los 4000 metros (Troll, 1973)—, ocurren en él una serie de anomalías climáticas propias de la alta montaña y que se traducen en ambientes de tinte periglacial, con la significativa desaparición de los abetales y el dominio exclusivo del bosque puro y abierto de pino de alta montaña (*Pinus Hartwegii*). A estas alturas culminantes los vientos fluyen con intensidad, resecan y refrescan las superficies al tiempo que mitigan la condensación del vapor de agua, haciendo que la pluviosidad se reduzca a valores inferiores a los 1300 mm anuales, e incentivando las bajas térmicas a niveles inferiores de 10° C en todos los meses, con heladas casi diarias que provocan la congelación temporal de la humedad del suelo.

Los condicionamientos topográficos y climáticos particularmente difíciles del piso y la gran distancia que lo separa de la ciudad, dificultan el acceso del hombre. Gracias a ello, los desmontes y aclarados con fines agropecuarios son actividades de baja escala que en ningún caso comprometen la estabilidad de los pinares abiertos de cumbre, que así se mantienen en buen estado e incluso manifiestan claras tendencias de regeneración de los enclaves perturbados. No obstante en los enclaves de topografía regular las actividades humanas incentivan el desarrollo y mantenimiento de pastizales amacollados de gran talla que se intercalan con los bosques.

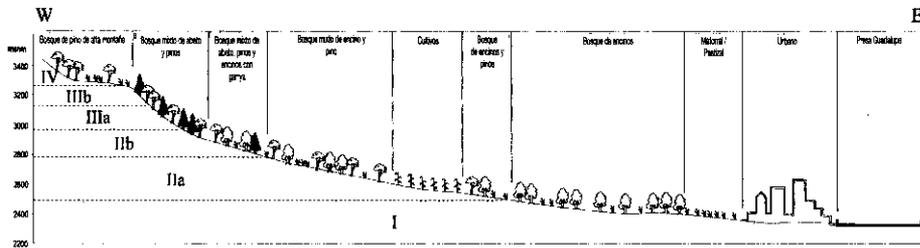


Figura 9.—Pisos de vegetación en la cuenca del río Cuautitlán y estado actual de los usos del suelo. (I) piso pedemontano, (IIa) piso de transición —subpiso inferior—, (IIb) piso de transición —subpiso superior—, (IIIa) piso montano —subpiso inferior—, (IIIb) piso montano —subpiso superior, y (IV) piso cacuminal.

4. CONCLUSIONES

El paisaje vegetal de la cuenca del río Cuautitlán es representativo de los que en forma repetida se observan en los relieves serranos que delimitan la Ciudad de México por el occidente. Un amplio abanico de plantas de amplia distribución en el área de la cuenca, junto con otras especializadas en ambientes propios de montaña o de la rampa se reparten el territorio en seis configuraciones forestales que constituyen la vegetación potencial y entre las que se incluyen pinares de alta montaña, abetales, bosques mixtos de abeto y pino de alta montaña o de abeto con otras variedades de pino, encinares y bosques mixtos de abeto, pinos y encinos.

La disposición zonal en «franjas altitudinales» de vegetación pone de relieve la estrecha dependencia de la organización vegetal respecto de los potenciales geoecológicos. Sobre todo destaca la influencia de los factores macroestructurales —las morfoestructuras y el clima— que, altamente correlacionados entre sí, establecen el «armazón fundamental» sobre el que se ha emplazado el patrón de «pisos de vegetación» que se acaba de exponer, correspondiendo cada piso con un tipo de formación climácica: el «pedemontano» con los encinares densos; el «de transición» con los bosques mixtos de coníferas y encinos; el «montano» con los bosques mixtos de abeto y pinos; y el «cacuminal» con el de los pinares abiertos.

A su vez, la extensión y la distribución de las formaciones boscosas se adaptan a la diversidad de aspectos hidrológicos, geomorfológicos y edafológicos que en ellos se dan y que están a su vez fuertemente influidos por el antropismo. Este último factor ha cobrado un significado prioritario en las últimas cuatro décadas, en las que el hombre ha producido impactos de gran envergadura, generalmente directos y negativos sobre la cubierta vegetal originaria, que no sólo se ha visto alterada y empobrecida sino que ha perdido gran parte

de la superficie que ocupaba como consecuencia de los desmontes para explotación forestal o para abrir terreno a la producción agropecuaria y al uso habitacional y que junto a los daños derivados de los incendios y la contaminación, han favorecido la expansión de formaciones de matorral y pastizal, todo lo cual supone una evidente pérdida en la riqueza florística de la cuenca.

No obstante, del análisis realizado se deduce que en la cuenca del río Cuautitlán se conservan aun representaciones de todas las formaciones forestales que la ocupaban antes de la generalización del antropismo, incluyendo las comunidades de más valor natural y paisajístico (particularmente frágiles y sensibles a la presencia y a las actividades del hombre) que se mantienen en un aceptable grado de conservación formando parte fundamental del paisaje en el occidente de la Ciudad de México.

BIBLIOGRAFÍA

- Bertrand, Georges (1966): «Por un étude géographique de la végétation», en: *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, tome 37, 129-143 pp., Toulouse.
- Bertrand, Georges (1968): «Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique», en: *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, tome 39, fasc. 3, 249-272 pp., Toulouse.
- Bracho, Rosa (1985): *Estudio florístico de la parte inferior de la sierra de Monte Alto, en el valle de México*, 82 p., Tesis de Maestría, UNAM, México.
- Meaza, Guillermo (1991): «El paisaje vegetal de Alava Oriental», en: *Lurralde*, num. 14, 233-278 pp., Universidad del País Vasco.
- Rzedowski, Jerzy (1979): *Flora fanerógamica del valle de México*, Vol. I, 403 p., CECSA, México.
- Sánchez, Oscar (1984): *La flora del valle de México*, 519 p., Editorial Herrero, México.
- Troll, Carl (1973): «La geoecología y la diferenciación a escala planetaria de los ecosistemas de alta montaña» (trad. de J.J. Sanz Donaire), en: *Geographica*, num. 2, 143-155 pp., Madrid.

RESUMEN

La cuerda serrana de Las Cruces-Monte Alto-Monte Bajo que delimita a la Ciudad de México por el occidente mantiene los bosques más extensos y diversificados con los que aún cuenta la gran capital mexicana y entre los que destacan frágiles comunidades de pináceas. En el presente trabajo se estudia desde una perspectiva geoecológica la organización estructural del paisaje vegetal en «pisos de vegetación» al interior de la cuenca hidrográfica del río Cuautitlán, en el extremo nororiental de la sierra. Además de los aspectos macro y mesoestructurales del medio que intervienen en la definición de la organización vegetal de la cuenca, se analizan las influencias, casi siempre nocivas, referentes al proceso expansivo de la ciudad de México.

Palabras clave: México (DF). Paisaje vegetal. Pisos de vegetación. Crecimiento urbano.

ABSTRACT

The mountain range of the western side of Mexico City hold the most notable natural resources of the city, including some of the fragile communities of fires, pines, oaks and mixed forest. This paper analyses the geoecological focus of vegetal landscape organization in the basin of Cuautitlan river on the northorient face of the range. In addition to the macro and mesostrutural factors that are involved in this subject, the urban processes asociated to expansive phenomenon of Mexico City, are considered.

Keywords: Mexico (DF). Vegetal landscape. Vegetation ranger. Urban process.