

Las comunidades vegetales de la Sierra de Angangueo (estados de Michoacán y México, México): clasificación, composición y distribución

Joaquín Giménez de Azcárate (*), M.^a Isabel Ramírez (**)
& Mario Pinto (***)

Resumen: G. Azcárate, J., Ramírez, I. & Pinto, M. *Las comunidades vegetales de la Sierra de Angangueo (estados de Michoacán y México, México): clasificación, composición y distribución. Lazaroa 24: 87-111 (2003).*

Se realizó un estudio fitosociológico de la vegetación de la Sierra de Angangueo que permitió identificar y describir las comunidades vegetales más representativas, así como establecer sus relaciones con el relieve y con la dinámica sucesional. Paralelamente se realiza la diagnosis bioclimática del territorio basada en el análisis de ocho estaciones meteorológicas. Para la región se reconocen tres asociaciones de bosque, *Vaccinio caespitosii-Pinetum hartwegii*, *Sibthorpio repentis-Abietetum religiosae* y *Cleyero integrifoliae-Abietetum religiosae*, y una cuarta comunidad de «bosque mixto perturbado». En cuanto a los matorrales, las asociaciones propuestas son *Simphoricarpo microphyllii-Juniperetum monticola* y *Geranio seemani-Baccharidetum confertae*. Los pastizales inducidos se agrupan en la asociación *Trifolio amabili-Bidentetum anthemoidis*. Para todas ellas se presentan las diagnosis correspondientes respaldadas con sus tablas fitosociológicas y se señalan las principales características estructurales, florísticas, ecológicas y dinámicas. Finalmente se comentan y discuten aspectos relacionados con la incidencia de los factores de perturbación en el estado actual de la vegetación.

Abstract: G. Azcárate, J., Ramírez, I. & Pinto, M. *The plant communities of the «Sierra de Angangueo» (Michoacán and México states): classification, composition and distribution. Lazaroa 24: 87-111 (2003).*

A phytosociological study of the Sierra de Angangueo vegetation was made. This allowed the identification and description of the most representatives associations and plant communities, and their relation to land forms and dynamics. At the same time, a bioclimatic diagnosis of the territory was made, based on eight meteorological stations. For the study area three forested associations were recognised: *Vaccinio caespitosii-Pinetum hartwegii*, *Sibthorpio repentis-Abietetum religiosae* and *Cleyero integrifoliae-Abietetum religiosae*, and a fourth community of mixed and disturbed forest. Concerning shrubs, the associations proposed are: *Simphoricarpo microphyllii-Juniperetum monticola* and *Geranio seemani-Baccharidetum confertae*. The induced grassland is congregated in the *Trifolio amabili-Bidentetum anthemoidis* association. For all of them, the correspondent diagnosis, including the phytosociological tables, are given as well as their main structural, floristical, ecological and dynamic characteristics. Finally the incidence of disturbing agents is discussed.

INTRODUCCIÓN

En México, las mayores extensiones forestales se encuentran sobre los diversos sistemas montañosos presentes en el país, como son las Sierras Madre Oriental, Occidental y del Sur y el Sistema Volcánico Transversal (SVT), entre otros. Estos territorios tienen un alto valor ecológico, por albergar una gran diversidad de flora, fauna y fitocenosis y por desempeñar un papel fundamental en el abastecimiento de las cuencas hidrográficas. Socialmente, la montaña mexicana está habitada por una población campesina, en buena parte indígena, considerada como la

más atrasada y marginada del país. Durante los últimos lustros, la progresiva penetración de la economía de mercado ha favorecido el cambio de métodos tradicionales de explotación de los recursos naturales por otros que han acentuado su pobreza y propiciado su aculturización, además de un creciente deterioro de los frágiles ecosistemas de montaña (JARDEL, 1990).

Uno de los espacios forestales mexicanos que en los últimos años ha tenido una mayor difusión nacional e internacional es el conocido como «Región de la Mariposa Monarca», el cual se caracteriza por agrupar aquellos territorios que, por sus

* Departamento de Botánica. Escuela Politécnica Superior. 27002 Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. España.

** Departamento de Geografía Física. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Autónoma de México (UNAM). México.

*** Laboratorio de Biogeografía. Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de México (UNAM). México.

características ecológicas específicas, son el hábitat de hibernación de dicha mariposa (*Danaus plexippus* L.) (SEMARNAP, 1997). Dentro de esta región, la Sierra de Anganguco destaca por su importancia y magnitud, lo que ha propiciado el que cerca del 72% de su superficie esté sujeta a protección como parte de la «Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca» (RBMM) (Diario Oficial, 10/Nov/2000). A pesar de los intentos de protección oficial (Diario Oficial, 09/Abr/1980 y 9/Oct/1986), toda la región ha estado sujeta a un continuo avance de la frontera agrícola y a una progresiva fragmentación del paisaje vegetal. Así, para la totalidad de la región se ha llegado a registrar una tasa promedio anual de deforestación del 0.6%, cifra que ascendió hasta el 1.3% dentro del territorio considerado en la Reserva del decreto de 1986 (SEMARNAP, 1997).

Como consecuencia de ello, dentro de los bosques densos de coníferas, que hasta hace unos decenios eran dominantes, es cada vez más notoria la presencia de comunidades vegetales representativas de sus etapas de sustitución. Así, bosques secundarios, arbustados y pastizales constituyen las principales formaciones vegetales vinculadas al proceso de deterioro de la vegetación original. De tal forma, el objeto central de estudio del presente trabajo es la caracterización y diagnóstico fitosociológico tanto de las formaciones potenciales (G. AZCÁRATE & RAMÍREZ, en prensa) como secundarias. Esto permite conocer su diversidad florística y fitocenótica, así como sus relaciones catenales, bioclimáticas y sucesionales. Ello, a su vez, ayuda a identificar, clasificar e interpretar la actual dinámica de la vegetación y los procesos que en ella intervienen.

ANTECEDENTES

A partir del descubrimiento, en 1976, de las colonias de hibernación de la Mariposa Monarca por parte de la comunidad científica, se han llevado a cabo numerosos estudios sobre dicho insecto y su hábitat forestal como protagonistas (CALVERT & BROWER, 1986; CALVERT & al., 1989; ALONSO & ARELLANO, 1989; entre otros). En este contexto hay que destacar los trabajos efectuados sobre la estructura y fisionomía de dicho hábitat. Dentro de éstos últimos, ESPEJO & al. (1992) describen de forma somera las principales formaciones vegetales vinculadas a la zona de hibernación de la mariposa en la Sierra Chincua (porción noroeste de la Sierra de Anganguco), las cuales se agrupan en: bosques de

aciculifolios (masa pura de *Abies religiosa* y masa pura de *Pinus spp.*), bosque de escumifolios (*Cupressus spp.*), bosque de latifolios (*Quercus* y *Alnus*, entre otros), y comunidades herbáceas y arbustivas vinculadas a llanos y afloramientos rocosos. Un año después SOTO & VÁZQUEZ (1993) describen los tipos de vegetación de los sitios de invernada de la mariposa en la Región. Ellos agrupan los tipos de vegetación reconocidos en comunidades clímax, donde sitúa al bosque de *Abies* y al bosque mesófilo de montaña, y en comunidades secundarias, las cuales se refieren al bosque mixto de *Abies-Pinus*, al bosque de *Pinus*, a las praderas de *Potentilla* y al matorral de *Juniperus*. Más recientemente destacan las aportaciones de MADRIGAL (1994), sobre las características ecológicas de la región forestal del oriente de Michoacán, y MEJÍA (1996) quien aporta un listado florístico de la vegetación de la Reserva según los límites de 1986 (REBMM). Recientemente G. AZCÁRATE & RAMÍREZ (en prensa) exponen el análisis fitosociológico de los oyametales (bosques de *Abies religiosa*) de la Sierra de Anganguco. Paralelamente, se han realizado trabajos relacionados con los procesos de deterioro y deforestación en la región, en los que se ha hecho hincapié en las modificaciones de las cubiertas (RAMÍREZ, 2001; BROWER & al. 2002; RAMÍREZ & al. 2003).

Ya fuera del área de estudio se han considerado los resultados de trabajos efectuados en ambientes análogos del Sistema Volcánico Transversal (SVT). De ellos cabe mencionar el trabajo de IBARRA (1983), que aborda el estudio de la vegetación del Cerro Cacique, al sur de la Sierra de Anganguco, y también hábitat de hibernación de la Mariposa Monarca; el efectuado por MADRIGAL (1970) en los volcanes del Fuego y Nevado de Colima; el de ERN (1976) realizado en las montañas de Puebla y Tlaxcala; o lo efectuados en las montañas del centro de México, preferentemente alrededor de la cuenca de este mismo nombre (LAUER, 1978; NIETO DE PASCUAL, 1986; VELÁZQUEZ & CLEEF, 1993; VELÁZQUEZ & ISLEBE, 1995; ALMEIDA, 1997; SILVA & al., 1999).

MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA EN ESTUDIO

El área en estudio corresponde al macizo montañoso ubicado sobre el límite entre los estados de

Michoacán y de México, el cual está constituido por varias sierras y cerros de menor entidad, a los que conjuntamente se les ha dado el nombre de Sierra de Angangueo por ser ésta la principal población incluida en dicho macizo (RAMÍREZ, 2001). Dichas unidades de menor magnitud son las sierras Chincua, Rancho Grande y Campanario, y los cerros Colorado, Cedral, Chivati y Huacal. La Sierra de Angangueo está comprendida entre las coordenadas $19^{\circ} 26'$ y $19^{\circ} 47'$ de latitud norte y 100°

$06'$ y $100^{\circ} 26'$ de longitud oeste. El área delimitada para este trabajo cubre una superficie aproximada de 1.350 km^2 , correspondiente al conjunto de laderas montañosas y algunos pequeños valles intermontanos al interior de ellas. Administrativamente el área en estudio se reparte en 5 municipios del estado de Michoacán: Angangueo, Ocampo, Senguio, Tlalpujahua y Zitácuaro; y dos del estado de México, San Felipe del Progreso y Villa Victoria (Fig. 1).

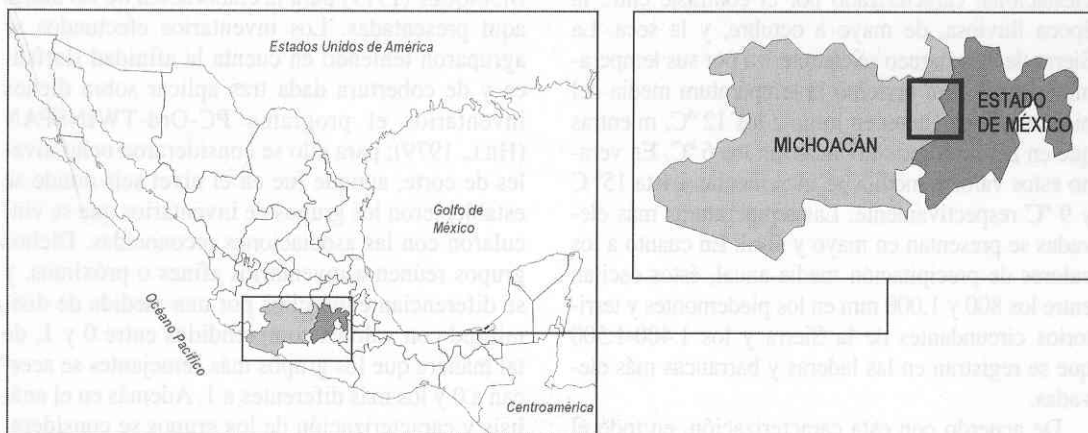


Figura 1.—Localización del área de estudio en el centro de México.

El rango altitudinal considerado en este trabajo comprende desde los 3.640 m del Cerro Picacho, en la Sierra del Campanario, hasta los 2.400 m, donde terminan las laderas montañosas y comienza el piedemonte de la Sierra. Éste último presenta una vegetación de marcado carácter antrópico, razón por la cual se ha excluido de nuestro análisis.

La Sierra de Angangueo está incluida dentro de la provincia morfotectónica del SVT, unidad de más de 1.000 kilómetros de longitud que se extiende sobre los 19° de latitud Norte, desde el Golfo de México hasta la costa pacífica (FERRUSQUÍA, 1998). A esta unidad se la relaciona con un sistema tectónico de subducción que ha dado lugar a la actividad volcánica y tectónica de esta franja, resultando así un relieve en donde alternan sierras y cuencas endorreicas (DEMANT & ROBIN, 1975; DEMANT, 1982).

Con base en lo anterior, la Sierra de Angangueo representa una unidad geomorfológica de origen volcánico caracterizada por su relieve montañoso,

integrado por laderas denudativas convexas, interfluvios cumbrales y valles intermontanos. Está compuesta principalmente por rocas andesíticas terciarias y basálticas cuaternarias (RAMÍREZ, 2001).

La Sierra presenta una orientación NNW-SSE, con una clara asimetría de vertientes, siendo la occidental más abrupta y prolongada que la oriental, debido a la distinta altitud del nivel de base. A su vez, ambas vertientes permiten discernir dos redes principales de drenaje: la oriental, que drena hacia el valle de Toluca y al río Lerma, principal suministrador del Lago de Chapala, y la occidental, que drena hacia la cuenca del río Balsas, el cual desemboca en el Océano Pacífico.

En cuanto a los suelos de la Sierra, la mayoría de éstos corresponden a andosoles profundos (90 cm, aproximadamente), de textura franca y con estructura de bloques subangulares. Estos suelos presentan escasa pedregosidad y están bien drenados. Su contenido de materia orgánica es relativamente elevado

(entre 0,4 y 13,3% en los horizontes A y entre 0,5 y 4,7 en los B), aunque el proceso de humificación es escaso. Son ligeramente ácidos (pH entre 5,6 y 6,7) y, consecuentemente, con un grado bajo de saturación por bases (DEFENAL, 1978; MADRIGAL, 1994). Con una representatividad mucho menor se encuentran luvisoles y leptosoles asociados, respectivamente, a áreas de llanura y a las áreas más abruptas de las montañas (RAMÍREZ, 2001).

Dada la posición latitudinal y altitudinal del territorio en estudio, su comportamiento climático se distingue por la presencia de un régimen tropical pluviestacional caracterizado por el contraste entre la época lluviosa, de mayo a octubre, y la seca. La Sierra de Anganguero se caracteriza por sus temperaturas frescas. En invierno la temperatura media del piedemonte se sitúan en torno a los 12 °C, mientras que en las cumbres sólo alcanzan los 6 °C. En verano estos valores medios se incrementan hasta 15° C y 9 °C respectivamente. Las temperaturas más elevadas se presentan en mayo y abril. En cuanto a los valores de precipitación media anual, éstos oscilan entre los 800 y 1.000 mm en los piedemontes y territorios circundantes de la Sierra y los 1.400-1.500 que se registran en las laderas y barrancas más elevadas.

De acuerdo con esta caracterización, en todo el conjunto montañoso de la Sierra de Anganguero se presenta un clima semifrío subhúmedo con lluvias de verano, $C(w_2)(w)(b')i$; ya en el pie de la Sierra el clima se vuelve ligeramente más cálido clasificándose como subhúmedo, $C(w_2)(w)b(i')$ (GARCÍA, 1997).

Por último, la vegetación de la sierra, como en el resto de las montañas con clima semihúmedo y fresco de México, se ha desarrollado con base en componentes procedentes de ambos hemisferios. Esta imbricación de elementos florísticos propios tanto del Reino Holártico como del Neotropical caracteriza a la Región Mesoamericana de Montaña (RZEDOWSKI, 1994), también denominada Madreana (RIVAS-MARTÍNEZ & al., 1999).

Para la caracterización de las comunidades vegetales representadas en la zona se han seguido los postulados del método fitosociológico de la escuela sigmatista de Zurich-Montpelier (WERGER, 1974; BRAUN-BLANQUET, 1979, GEHÚ & RIVAS-MARTÍNEZ, 1981). Así, tras un reconocimiento visual de las unidades paisajísticas del territorio, se procedió a la realización de inventarios de vegetación en cada una de dichas unidades. Para su delimitación se utilizó el criterio de

área mínima de superficies ecológicamente homogénea (WESTHOFF & VAN DER MAAREL, 1973) y se recogieron datos de los principales atributos de la estación (localización, altitud, orientación y pendiente), además de los registros y coberturas de la flora y los estratos. El tamaño de las áreas inventariadas varió en función de la naturaleza de las comunidades, oscilando entre los 25 m², en praderas, y los 1.000 m² en bosques. Las coberturas porcentuales estimadas fueron transformadas a la escala propuesta por VAN DER MAAREL (1979) para su análisis estadístico y a la de BRAUN-BLANQUET (1979) para la elaboración de las tablas aquí presentadas. Los inventarios efectuados se agruparon teniendo en cuenta la afinidad florística y de cobertura dada tras aplicar sobre dichos inventarios el programa PC-Ord-TWINSPAN (HILL, 1979); para ello se consideraron ocho niveles de corte, aunque fue en el nivel seis donde se establecieron los grupos de inventarios que se vincularon con las asociaciones reconocidas. Dichos grupos reúnen a inventarios afines o próximos, y se diferencian entre ellos por una medida de disimilitud con valores comprendidos entre 0 y 1, de tal manera que los grupos más semejantes se acercan a 0 y los más diferentes a 1. Además en el análisis y caracterización de los grupos se consideraron las afinidades ecológicas y los areales de distribución de las especies diagnósticas utilizadas para la caracterización de las asociaciones. Las propuestas nomenclaturales y sintaxonómicas están basadas en las recomendaciones del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (CINP) (WEBER & al., 2000).

Las determinaciones florísticas y la nomenclatura taxonómica están basadas principalmente en las floras regionales del Bajío y regiones adyacentes (RZEDOWSKI & CALDERÓN DE RZEDOWSKI, 1991) y del Valle de México (RZEDOWSKI & CALDERÓN DE RZEDOWSKI, 2001); además se consultaron las monografías de los pinos de México y América Central (PERRY, 1991; FARJÓN & al., 1997), y la de los encinos del estado de Michoacán (BELLO & LABAT, 1987). Por último la flora colectada que ofrecía dudas en su determinación fue cotejada en el herbario MEXU del Instituto de Biología de la UNAM y en el herbario de la Universidad de San Nicolás de Hidalgo de Michoacán.

La diagnosis bioclimática del territorio está basada en las últimas aportaciones de «Bioclimatología Global» efectuadas RIVAS-MARTÍNEZ & al. (1999). Para ello se tomaron en

cuenta los datos termométricos y pluviométricos de diversas estaciones meteorológicas. Con base en esta información se obtuvieron los valores de los diferentes índices bioclimáticos (I_t , I_o , I_c) a lo largo del gradiente altitudinal estudiado, los cuales sirvieron para definir los termotipos y ombrotipos representados en la zona y para establecer su relación con las unidades de vegetación reconocidas.

Para la caracterización climática (y bioclimática) de la zona se han seleccionado un total de ocho estaciones meteorológicas, tres situadas en las inmediaciones de la zona de estudio (Laguna del Fresno, Atlacomulco y Villa Victoria), y las otras cuatro en las montañas de la cuenca de México (Cuajimalpa, Río Frío, Desierto de los Leones, San Juan Tetla y Atlahutla) (Tabla 1). En cualquier caso todas ellas se localizan en ambientes representativos de la franja altitudinal y vegetacional aquí estudiada. Las fuentes de información fueron: la base de datos CLICOM, proporcionada por el Instituto de Geografía de la UNAM, GARCÍA (1981) y el Servicio Meteorológico Nacional.

RESULTADOS

ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

La clasificación climática de Köppen modificada para el país por GARCÍA (1981) es la tipología climática de más amplia aceptación y distribución en México. De acuerdo con esta clasificación, el clima de todas las estaciones de la zona de estudio

se corresponde con el tipo templado subhúmedo con lluvias de verano y precipitación invernal menor del 5% del total anual [$C(w)(w)$], siendo la vertiente oriental, más elevada, ligeramente más húmeda que la occidental. Sólo en la estación de Laguna del Fresno, representativa de las zonas más bajas, se registra menor humedad, con un cociente P/T entre 43.2 y 55 (w_1), mientras que en el resto es mayor de 55 (w_2). Por su parte, el clima de los territorios ubicados entre 2.100 y 2.700 metros se considera como templado con verano fresco, b ; ésta situación se reconoce en el pie de la sierra y en las llanuras orientales. Por encima de los 2.700 metros se clasifica como semifrío con verano fresco, (b'), el cual se reconoce en todo el conjunto montañoso. Aproximadamente esa misma cota marca la transición entre los climas con poca oscilación de la temperatura media mensual, entre 5 °C y 7 °C, (i'), y los climas isotermales, menos de 5 °C de oscilación, i . Por último, en todas las estaciones se registra el mes más cálido antes del solsticio de verano, g . En cuanto a la evapotranspiración potencial, ésta se mantiene relativamente estable a lo largo del año, con valores extremos entre 30 y 70 mm aproximadamente, para los meses con menor y mayor ETP (invierno y primavera respectivamente) (Tabla 1).

Con base en los valores de precipitación y altitud de las ocho estaciones antes señaladas más la de Hueyatenco, a 3.600 metros, en las faldas del volcán Iztaccíhuatl, se determinó el comportamiento de la precipitación con la altitud. De ello se obtiene que la precipitación alcanza su máximo en

Tabla 1
Localización y principales valores climáticos de las estaciones meteorológicas de referencia
Acronimos empleados: Coord: coordenadas. Alt: altitud. P: precipitación media anual. T: temperatura media anual.
ETP: evapotranspiración potencial.

Estación	Coord	Alt (msnm)	P (mm)	T (°C)	ETP (mm)	Clasificación según García
Laguna del Fresno	19° 49' N, 100° 25' W	2070	797	17.4	774	$C(w_1)(w)b(i')g$
Atlacomulco	19° 48' N, 99° 53' W	2526	815	14.6	712	$C(w_1/w_0)(w)b(i')$
Villa Victoria	19° 27' N, 99° 59' W	2680	901	12.9	670	$C(w_2)(w)b(i')g$
Cuajimalpa	19° 20' N, 99° 18' W	2850	1280	11.2	631	$C(w_2)(w)(b')ig$
Río Frío	19° 21' N, 98° 40' W	2980	973	9.8	603	$C(w_2)(w)(b')ig$
Desierto Leones	19° 18' N, 99° 18' W	3220	1321	10.7	620	$C(w_2)(w)(b')ig$
San Juan Tetla	19° 10' N, 98° 30' W	3300	1229	8	572	$C(w_2)(w)(b')ig$
Atlautla Rep. T.V	19° 07' N, 98° 39' W	3750	834	5.6	538	$C(w_2)(w)(b')ig$

la franja comprendida entre los 3.200 y 3.500 metros, para continuar decreciendo a medida que aumenta la altitud. Dado que las cimas de la Sierra de Angangueo apenas sobrepasan los 3.600 metros, el decrecimiento de la precipitación con la altitud no es tan notorio como en las montañas más elevadas del SVT (LAUER & KLAUS, 1975; LAUER, 1978) (Fig. 2).

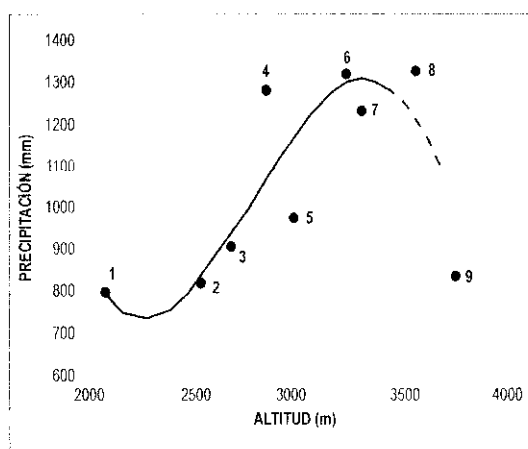


Figura 2.—Tendencia evolutiva de la precipitación a lo largo del gradiente altitudinal, según el método polinomial de orden 3. Con trazos discontinuos se representa la evolución esperada. Estaciones: 1-Laguna del Fresno, 2-Atacomulco, 3-Villa Victoria, 4-Cuajimalpa, 5-Río Frío, 6-Desierto de los Leones, 7-San Juan Tetla, 8-Hueyatlaco, 9-Atlatla T.V.

Con base en la información climática de esas mismas estaciones meteorológicas, y en la propuesta bioclimática de RIVAS-MARTÍNEZ & al. (1999), se obtuvieron los valores de los índices bioclimáticos que permitieron definir los termotipos y ombrotipos presentes en el territorio (Tabla 2). La Sierra de Angangueo, como el resto de la cadena montañosa del SVT, está sometida a un régimen macrobioclimático de tipo tropical pluviestacional ($Io > 3.6$; $Iod2 < 2.5$), caracterizado en el país por una marcada estación lluviosa comprendida entre los meses de mayo y octubre. La notable representación dentro de la Región Madreana (Mesoamericana de Montaña) del bioclima Pluviestacional se corresponde con el dominio de los meso y macrobosques potenciales de coníferas (*Pinus* y *Abies*) y frondosas (*Quercus* y *Alnus*), puros o mixtos, a lo largo de los pisos meso y supratropical de dicha Región.

Dentro del territorio analizado se presentan los termotipos meso y supratropical (horizontes inferior y superior); puntualmente, en las crestas y cumbres de la sierra, se reconoce el orotropical inferior. En la franja ocupada por el piso mesotropical el ombrotipo dominante es el subhúmedo, mientras que en el piso supra y orotropical el ombrotipo es húmedo y puntualmente hiperhúmedo. En la Tabla 3 se correlacionan los diferentes tipos bioclimáticos, su distribución altitudinal y su dominio climático. En la Fig. 3 se presenta el diagrama bioclimático de la estación de La Venta-Cuajimalpa (Estado de México).

Tabla 2

Parámetros, índices y tipos bioclimáticos de las diferentes estaciones consideradas.

M: Temperatura media de las máximas del mes más frío; m: Temperatura media de las mínimas del mes más frío; It: Índice de termicidad; Pp: Precipitación positiva; Tp: Temperatura positiva anual; Io: Índice ombrotérmico anual; Ic: Índice de continentalidad simple; TT: Termotipo; h: horizonte; OT: Ombrotipo

Estación	Altitud (msnm)	M	m	It	Pp	Tp	Io	Ic	TT	h	OT	h
Laguna del Fresno, Mich.	2070	22.0	4.3	428	797	1982	4.02	6.6	Mesotropical	Inf.	Subhúmedo	Inf.
Atacomulco	2526	21.2	1.1	369	815	1752	5.6	6	Mesotropical	Sup.	Subhúmedo	Sup.
Villa Victoria, Mex.	2680	18.1	0.5	315	907	1549	5.85	6.1	Supratropical	Inf.	Subhúmedo	Sup.
Cuajimalpa.	2850	15.9	1.1	282	1280	1349	9.49	4.9	Supratropical	Inf.	Húmedo	Sup.
Río Frío, Méx.	2980	16.8	-2.5	241	973	1176	8.27	4.7	Supratropical	Inf.	Húmedo	Inf.
Desierto de los Leones, D. F.	3220	15.3	1.3	273	1321	1289	10.25	4.3	Supratropical	Inf.	Húmedo	Sup.
San Juan Tetla	3300	12.4	-0.7	198	1229	975	13	4.2	Supratropical	Sup	Hiperhúmed	Inf.
Atlatla Rep. T.V., Méx.	3750	8.9	-0.5	139	834	669	12.46	2.5	Orotropical	Inf.	Hiperhúmed	Inf.

Tabla 3

Tipos bioclimáticos, rango altitudinal y dominio climático de la vegetación en la Sierra de Angangueo. Acrónimos: Mtr: Mesotropical. Str: Supratropical. Otr: Orotropical. Shu: Subhúmedo. Hum: Húmedo. Hhu: Hiperhúmedo. Inf: Inferior. Sup: Superior

Termotipo	Intervalo (m)	Ombrotipo	Dominio climático
Mtr inf	1300-2000	Shu inf	Hiemisilva (micro-mesobosque decíduo)
Mtr sup	2000-2700	Shu sup-Hum inf	Duri-aciculisilva (mesobosque perennifolio)
Str inf	2700-3150	Hum inf y sup	Aciculisilva (meso-macro bosque perennifolio)
Str sup	3150-3600	Hum sup e Hhu inf	Aciculisilva (meso-macro bosque perennifolio)
Otr inf	3600-3950	Hum sup	Aciculisilva (mesobosque perennifolio)

VEGETACIÓN

Se han identificado un total de siete comunidades vegetales; de ellas, dos han sido recientemente descritas en un trabajo sobre los oyametales de la zona (G. AZCÁRATE & RAMÍREZ, 2003), por lo que no se incide aquí en su análisis. La segregación entre los grupos está basada tanto en criterios florísticos-estructurales y ecológicos, como en la discriminación de los paquetes de inventarios efectuada por TWINSpan (HILL, 1979) (Fig. 4). Seguidamente se comenta la diagnosis efectuada para cada unidad sintaxonómica, en la cual se hace énfasis de su estructura, composición, distribución, bioclimatología, ecología, dinámica y variabilidad.

Vaccinio caespitosi-Pinetum hartwegii ass. nova holotypus hoc loc inv. 13, Tabla 4.

Mesobosque aciculifolio formado por un estrato arbóreo de unos 15 metros, generalmente discontinuo y dominado exclusivamente por *Pinus hartwegii*. En el sotobosque suele presentarse un estrato arbustivo de 1.5 metros, con *Senecio spp.* y *Lupinus*

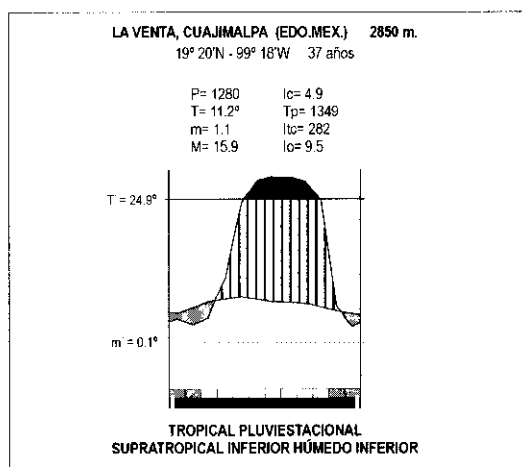


Figura 3.—Diagrama bioclimático de la estación de Cuajimalpa.

montanus como elementos más representativos, y otro herbáceo de 0.60 metros, dominado por macollas de gramíneas, mayormente adventicias. Las discontinuidades entre macollas suelen ser ocupadas por representantes del estrato rasante (Briófitos

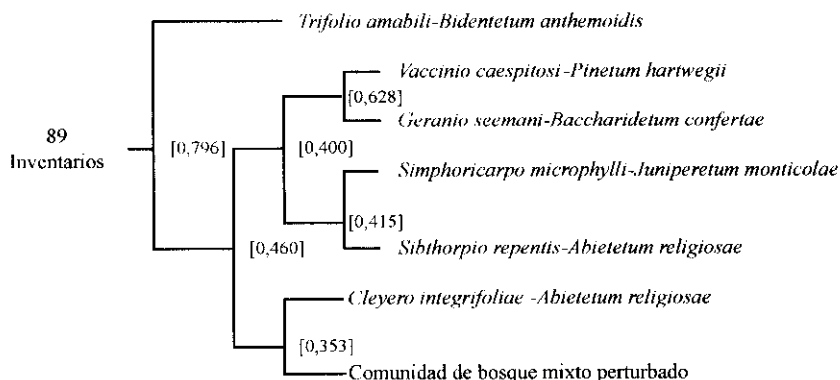


Figura 4.—Dendrograma de afinidad entre las comunidades. Los valores entre corchetes representan los valores de disimilitud.

como *Tuidium* sp., *Polytrichum* sp., o *Campilopus* sp.) o bien permanecer sin vegetación; en este caso aparecen recubiertas con materia orgánica o cenizas volcánicas. Su composición está caracterizada por la incorporación tanto de especies nemorales, las menos, como de adventicias procedentes de los zacatonales y de los matorrales de sustitución, cuya presencia se va favorecida por las condiciones de perturbación. Del primer grupo hay que destacar a *Pinus hartwegii*, *Oxalis alpina*, *Vaccinium caespitosum*, *Hieracium mexicanum*, *Solanum demissum* y *Juniperus monticola*, las cuales constituyen las especies características de la asociación. De las especies transgresivas procedentes de medios extraforestales destacan *Festuca tolucensis*, *Calamagrostis tolucensis*, *Lupinus montanus*, *Penstemon gentianoides* y *Stevia ovata* entre otras. Este último grupo tiende a dominar la fisionomía del sotobosque de la comunidad, debido a la prevalencia de las situaciones de deterioro, situación especialmente manifiesta en los inventarios 4, 5 y 8. Para remarcar esta situación se ha propuesto la facies de *Festuca tolucensis*. En condiciones óptima esta asociación constituye la vegetación potencial del piso orotropical del sector neovolcánico. En este sentido ISLEBE & al. (1995) consideran a las comunidades de *Pinus hartwegii* del suroeste de Guatemala como comunidades clímax.

Se distribuye preferentemente en el piso orotropical, horizonte inferior, del sector neovolcánico, con ombroclima al menos húmedo. En la zona aquí abarcada la comunidad ocupa una situación topográfica marginal ligada a los leptosoles cumbrales de la sierra del Campanario (inventarios 1 a 3). En el resto del SVT además ocupa posiciones de ladera con pendientes suaves o moderadas vinculadas con andosoles y regosoles, y con insolación directa. Altitudinalmente asciende aproximadamente hasta los 3950 metros, en donde el dosel arbóreo tiende a aclararse, estableciéndose una transición hacia los zacatonales climácicos extraforestales del piso orotropical superior. En esta zona de transición es donde distintos autores establecen el límite de la vegetación arbórea (LAUER, 1978 & 1981; LAUER & KLAUS, 1975; ALMEIDA & al. 1994 & 2003). En ella, factores topográficos locales, como la presencia alternante de vaguadas y cordales, condicionan una desigual incidencia de las condiciones microclimáticas, en especial la temperatura. Así, tenemos que en los fondos de vaguada ubicados en torno a los 3.900 metros y en donde se acumula el frío debido a los procesos de inversión térmica, la ausencia de bosques es manifiesta. Ello contrasta con las laderas

arboladas que delimitan dichas vaguadas y donde el rigor del frío es menos acusado. De tal forma, el límite altitudinal de la comunidad no debe fijarse en una cota sino a lo largo de una banda altitudinal alrededor de los 3.950 metros.

El planteamiento anterior concuerda con las observaciones hechas por ERN (1976) y LAUER & KLAUS (1975). En cualquier caso la talla y densidad de los árboles decrece a medida que se alcanza el límite altitudinal de distribución, formándose bosques achaparrados de entre 5 y 8 metros de altura (BEAMAN, 1962). Por otro lado, en su límite inferior de distribución, en torno a los 3.500 metros, la comunidad incorpora individuos de *Abies religiosa* procedentes de los oyametales de la *Sibthorpia repenti* - *Abietetum religiosae*, tal como ocurre en los inventarios 1, 2 y 3. Este contacto es más evidente en barrancas y laderas de topografía abrupta, tal como señala ERN (1976) para las montañas de la Sierra Nevada. Por el contrario, en laderas suaves donde la insolación es más directa, el recambio entre ambas comunidades no es tan evidente, pudiéndose encontrar bosquetes más o menos puros hasta la cota de 2.900 metros (RZEDOWSKI, 2001). La pequeña área de distribución que tiene esta asociación en la Sierra de Angangueo hace que se hayan recogido tan solo tres inventarios; los demás proceden de otras sierras más elevadas de la región central de México, incluyendo los aportados por ESCAMILLA & al. (2001), en donde la comunidad tiene su óptimo.

Son escasas las representaciones óptimas de esta comunidad de pinar, como la plasmada en el tipo (Tabla 4, inv. 13). En la mayoría de los inventarios son evidentes los síntomas de perturbación procedentes de las quemadas, el pastoreo y la tala. De acuerdo con la tipología establecida por la SARCH (1994) esta situación se corresponde con la categoría de bosque abierto. Una situación semejante fue observada por ERN (1976) para los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl, Malinche y para la Sierra de Río Frío. Este autor apunta que la incidencia nefasta del fuego sobre estos bosques favorece la proliferación de *Festuca tolucensis*, *Muhlenbergia macroura*, *Stipa ichu* y otras gramíneas, las cuales constituyen la base alimenticia de la ganadería. Ello ha provocado la banalización de la flora del bosque, con dominio de especies adventicias, principalmente pirófilas y heliófilas, en detrimento de los buenos cenobiontes, además de la práctica ausencia de renuevos arbóreos, con el consiguiente envejecimiento del bosque; esta situación caracteriza la variante de *Festuca tolucensis*. A ella

hay que vincular la asociación provisional *Festuca tolucensis*-*Pinetum hartwegii* (ESCAMILLA & al. 2001), carente de tipo (Art. 5 CINP), y la asociación *Festuca tolucensis*-*Pinus hartwegii* propuesta inválidamente (Art. 3c CINP) por VELÁZQUEZ & CLEEF (1993) y referida por SILVA & al. (1999); estos últimos diferencian en el seno del bosque de *Pinus hartwegii* una nueva situación, *Muhlenbergia qua-*

dridentata-*Pinus hartwegii*, vinculada a las planicies. Cotejando las tablas consideramos que esta situación debe subordinarse a la asociación aquí presentada, pudiendo constituir en todo caso una facies de *Muhlenbergia quadridentata*. En cualquier caso, todas estas propuestas se integran en el bosque de *Pinus hartwegii* propuesto por RZEDOWSKI (1954, 1994).

Tabla 4
Vaccinio caespitosi-*Pinetum hartwegii* ass. nova

	300	300	200	200	600	180	200	200	180	180	200	300	200	625
Superficie (m ²)	10	10	15	35	15	30	20	5	15	20	15	40	5	
Pendiente (°)	NE	E	NE	NE	NW	E	N	NE	S	NE	E	SW	NW	W-NW
Orientación	355	351	349	360	338	351	358	361	362	367	360	357	363	343-378
Altitud (Dm)	15	12	12	16	15	15	17	20	15	15	15	17	20	
Altura árboles (m)	40	60	50	80	90	40	80	95	30	90	80	80	90	
Cobertura rasante/herbácea (%)	20	30	10	5	20	30	5	5	90	15	10	10	15	
Cobertura arbustiva (%)	70	70	65	60	60	75	80	80	70	70	80	70	70	
Cobertura arbórea (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14* (8)
N.º de inventario														
Características de asociación:														
<i>Pinus hartwegii</i>	3	3	3	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	V
<i>Oxalis alpina</i>	+	+	+	+		+		+	+	1	+	+	+	II
<i>Vaccinium caespitosum</i>	.	+	+	+	.	.	1	+	1	+	+	+	+	.
<i>Senecio tolucanus</i>	+	1	.	2	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.
<i>Juniperus monticola</i>	1	1	1	.	.	1	.	.	1	.	.	.	1	.
<i>Hieracium mexicanum</i>	.	.	.	r	.	.	.	+	r	.	+	.	+	I
<i>Solanum demissum</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	II
Facies de <i>Festuca tolucensis</i> :														
<i>Festuca tolucensis</i>	1	+	1	4	3		1	4	1	2	2	3	1	V
<i>Calamagrostis tolucensis</i>	.	.	.	+	2	2	3	.	.	.	.	+	2	V
Características de unidades superiores y transgresivas:														
<i>Alchemilla procumbens</i>	1	1	1	+	+	.	1	1	.	3	3	+	3	V
<i>Penstemon gentianoides</i>	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	IV
<i>Senecio angulifolius</i>	1	1	.	.	+	+	+	.	+	1	.	+	.	.
<i>Bromus exaltatus</i>	+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Senecio cinerarioides</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	+	1	+	+	+	V
<i>Agrostis tolucensis</i>	.	.	1	.	.	.	.	1	+	+	+	.	.	II
<i>Lupinus montanus</i>	.	.	.	.	2	.	.	+	5	+	.	+	.	V
<i>Cerastium nutans</i>	+	.	+	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Trisetum spicatum</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	I
<i>Senecio callosus</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.
<i>Muhlenbergia quadridentata</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	II
<i>Gnaphalium liebmannii</i>	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	+	.	II
<i>Luzula racemosa</i>	.	.	+	.	+	.	r	.	.	.	.	.	+	.
<i>Arenaria reptans</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	III
<i>Phacelia platycarpa</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	III
<i>Cinna poiformis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	.	III
<i>Acaena elongata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	III
<i>Brachypodium mexicanum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
<i>Abies religiosa</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stevia ovata</i>	2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola grahami</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria oresbia</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Tauschia nudicaulis</i>	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Pernettya prostrata</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Lupinus aschenbornii</i> var. <i>cervantesii</i>	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cirsium ehrebergii</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.

Tabla 4 (continuación)
Vaccinio caespitosi-Pinetum hartwegii ass. nova

N.º de inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14* (8)
<i>Viola hemsleyana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
<i>Eupatorium pazcuarens</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Lithospermum distichum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Acaena elongata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	III
<i>Draba jorullensis</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	I
<i>Ranunculus douglasii</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	II
<i>Alchemilla vulcanica</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Bidens triplinervia</i>	-	I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eryngium carlinae</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eryngium alternatum</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erigeron galeottii</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyperus divergens</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gnaphalium sphaeralathum</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geranium bellum</i>	+	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senecio mexicanus</i>	-	I	I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senecio sinuatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Arceuthobium vaginatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Salix paradoxa</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Oxylobus arbutifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Geranium seemanii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	I
<i>Baccharis conferta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	II

Además: Características de unidades superiores y transgresivas: *Cerastium molle*, *Claytonia perfoliata*, *Senecio salignus*, *Sonchus oleraceus*, *Brachypodium latifolium* y *Capsella bursa-pastoris* + en 1; *Muhlenbergia hintonii*, *Senecio aschenbornianus*, *Sporobolus indicus*, *Penstemon roscus* y *Stevia jorullensis* + en 2; *Geranium potentillaefolium*, *Gnaphalium americanum*, *Gybasia pulchella*, *Malaxis ehrenbergii*, *Vulpia myuros*, *Plantago linearis* var. *mexicana* y *Viola guatemalensis* + en 3; *Potentilla ranunculoides* I en 4; *Cerastium tolucense* + en 5; *Lupinus elegans* 2 y *Geranium cruceroense* y *Castilleja scorzonifolia* + en 6; *Sisyrinchium tenuifolium* + en 8; *Ribes ciliatum* y *Bromus anomalus* + en 11; *Cerastium vulcanicum*, *Cystopteris fragilis*, *Villadia batesii*, *Trisetum irazuense*, *Eryngium proteiflorum*, *Senecio barba-johannis*, *Senecio roscus*, *Geranium latum*, *Festuca amplissima* + en 12; *Nassella mexicana*, *Carex longicaulis* y *Poa orizabensis* + en 13; *Senecio reticulatus*, *Geranium aristisepalum* y *Poa conglomerata* I en 14.

Localidades: 1: El Picacho, Sierra del Campanario; 19°33'44"N-100°13'98"W; 2: El Picacho, Sierra del Campanario; 19°33'53"N-100°13'38"W; 3: El Picacho, Sierra del Campanario; 19°34'01"N-100°13'34"W; 4: Ladera noreste del Popocatepetl; 5, 6 y 7: Cerro Tancitaro; 8: Vertiente W del Iztaccihuatl; 9: Popocatepetl, Paso de Cortés; 10: Iztaccihuatl, vertiente oriental; 11: Iztaccihuatl, vertiente oriental; 12: Izta. cañada de Nexcolango; 13: Iztaccihuatl, cañada de Nexcolango, *holotypus* ass.; 14*: Síntesis de 8 inventarios procedentes de Escamilla *et al.* (2001).

Los recambios florísticos que ocurren en los ambientes orotropicales dominados por *Pinus hartwegii* a lo largo de las Sierras Madres, y en menor medida en los extremos del SVT, servirán de base para establecer y definir nuevos sintaxones. Fuera del territorio biogeográfico aquí considerado, en las sierras y volcanes del suroeste de Guatemala (Provincia Chiapaneco-Hondureña), ISLEBE & al. (1995) reconocen dos comunidades de pinar: *Lachemilla vulcanica* —*Pinus hartwegii* y *Holodiscus argenteus*— *Pinus hartwegii*; para la primera de ellas, dichos autores reconocen una gran similitud con la *Festuca tolucensis*—*Pinus hartwegii* del centro de México. Del análisis de las tablas y de la diagnosis, se concluye que dicha semejanza se debe más a aspectos ecológicos y de distribución que a cuestiones florísticas. En cualquier caso se

debe considerar a la comunidad guatemalteca como vicariante de la asociación aquí propuesta.

***Sibthorpio repenti-Abietetum religiosae* G. Azcárate & Ramírez (2003) y *Cleyero integrifoliae-Abietetum religiosae* G. Azcárate & Ramírez (2003)**

Tabla 5.

Ambas comunidades arbóreas han sido recientemente publicadas en G. AZCÁRATE & RAMÍREZ (2003), en un trabajo sobre la caracterización de los oyametales de esta región. Es por ello que aquí tan solo se hace hincapié en los vínculos, dinámicos y catenales, que ambas tienen con las comunidades con las que hace contacto. Como complemento y soporte se ha elaborado una tabla sintética de ambas asociaciones (Tabla 5).

Tabla 5
Síntesis de los oyametales de la Sierra de Angangueo
(G. Azcárate & Ramírez, 2003)

Superficie (m ²)	500-800	200-800
Pendiente (°)	5-40	5-45
Altitud (Dm)	300-344	265-310
N.º de inventarios	13	17
Características de <i>Sibthorpia</i>-<i>Abietetum religiosae</i>		
<i>Sibthorpia repens</i>	IV	IV
<i>Senecio sanguisorbae</i>	IV	III
<i>Galium uncinulatum</i>	IV	II
<i>Senecio toluccanus</i>	III	III
<i>Arracacia rigida</i>	III	IV
<i>Abies religiosa</i>	V	V
Características de <i>Cleyero</i>-<i>Abietetum religiosae</i>		
<i>Smilax moranensis</i>	.	V
<i>Pinus pseudostrobus</i>	.	V
<i>Cleyera integrifolia</i>	.	V
<i>Quercus laurina</i>	.	IV
<i>Cornus disciflora</i>	.	IV
<i>Symplocos prionophylla</i>	.	III
<i>Clethra mexicana</i>	.	II
Características de unidades superiores y transgresivas		
<i>Alchemilla procumbens</i>	V	III
<i>Acaena elongata</i>	V	IV
<i>Senecio angulifolius</i>	V	V
<i>Senecio callosus</i>	IV	III
<i>Salvia fulgens</i>	IV	III
<i>Fuchsia microphylla</i>	IV	IV
<i>Stellaria cuspidata</i>	IV	II
<i>Cirsium ehrenbergii</i>	IV	III
<i>Geranium seemanii</i>	IV	III
<i>Cestrum thyrsoideum</i>	IV	III
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	III	II
<i>Oxalis alpina</i>	III	I
<i>Asplenium monanthes</i>	III	III
<i>Cerastium molle</i>	III	I
<i>Salix paradoxa</i>	II	III
<i>Fuchsia thymifolia</i>	II	III
<i>Brachypodium mexicanum</i>	II	II
<i>Trisetum virletii</i>	II	III
<i>Galium aschenbornii</i>	II	II
<i>Satureja macrostema</i>	II	III

La primera asociación ocupa la cintura vegetal situada por debajo de los pinares definidos anteriormente, correspondiendo al piso supratropical superior de ombroclima húmedo-hiperhúmedo. Altitudinalmente se sitúa entre los 3.000 y 3.500 metros, pudiendo variar ambas cotas en función de los factores topográficos locales. Es en esta banda altitudinal donde se presentan las precipitaciones más elevadas (MADRIGAL, 1967). Esta comunidad constituye la vegetación potencial de dicho piso bioclimático tanto en la zona de estudio como en otras áreas próximas del sector neovolcánico, como las laderas de la cuenca de México, en donde los oyametales presentan una composición florística y un rango altitudinal de distribución semejante (ANAYA, 1962; MADRIGAL, 1967; RZEDOWSKI, 2001; NIETO DE PASCUAL, 1995; SILVA & al., 1999).

Descendiendo por la catena, esta comunidad contacta con la otra asociación de oyametal, *Cleyera integrifolia*-*Abietetum religiosae*, presente en las vertientes occidental y meridional. La comunidad tiene su óptimo de distribución en el piso supratropical inferior de ombrotipo húmedo, que se ubica aproximadamente entre los 3.100 y 2.700 metros. Por debajo de esta cota este oyametal es sustituido por la comunidad de *Pinus-Quercus* descrita posteriormente. La tala clandestina y el avance de la frontera agrícola en las proximidades de los ranchos y en las áreas de menor pendiente está diezmando la representatividad de estos bosques. Esta situación es especialmente manifiesta en la vertiente oriental de la sierra, cuya topografía ha facilitado la transformación de su cubierta.

Como etapas de sustitución se reconocen las arbusteadas de las asociaciones *Simphoricarpos microphyllus*-*Juniperetum monticolae* y *Geranium seemanii*-*Baccharidetum confertae* descritas posteriormente. Asimismo, algunos de los inventarios vinculados a la comunidad de bosque mixto perturbado se interpretan como una etapa de perturbación de la *Cleyera-Abietetum religiosae*.

Hay que añadir que muchas de las situaciones descritas por otros autores corresponden a etapas de disturbio del oyametal primigenio (ANAYA, 1962; MADRIGAL, 1967; NIETO DE PASCUAL, 1986 y 1995; VELÁZQUEZ & CLEEF, 1993; SILVA et al., 1999), situación caracterizada por un incremento en la riqueza de especies arbustivas y herbáceas (RZEDOWSKI & RZEDOWSKI, 2001) y por un sotobosque espeso y dumoso.

Comunidad de bosque mixto perturbado

Tabla 6.

Se trata de una formación arbórea pluriespecífica dominada fundamentalmente por *Pinus pseudostrobus*, al que en ocasiones acompañan *Quercus laurina*, *Abies religiosa*, y en menor medida *Alnus arguta*, *Ternstroemia lineata*, *Salix paradoxa*, *Quercus rugosa*, *Pinus montezumae* o *Clethra mexicana*. En cualquier caso, el estrato arbóreo es abierto y discontinuo, debido a los efectos de la presión antrópica. Ello favorece una mayor entrada de luz en el sotobosque y en consecuencia el desarrollo de un estrato arbustivo generalmente denso, con una cobertura y altura promedio de 40% y 4 metros, respectivamente. Este estrato está dominado por individuos arbóreos juveniles y por arbustos típicos de ambientes pre-

forestales, como *Cestrum thyrsoideum*, *Fuchsia thymifolia*, *Senecio angulifolius*, *Salvia* spp., *Eupatorium mairitianum* o *Baccharis conferta*. Dichas características estructurales y florísticas permiten, desde el punto de vista dinámico, relacionar la formación con una comunidad forestal previa a la clímax.

Por debajo del estrato arbustivo se desarrolla otro herbáceo discontinuo, con una cobertura promedio del 20%, en donde las especies dominantes son: *Stellaria cuspidata*, *Acaena elongata*, *Cirsium erhembergii* y *Salvia* spp., entre otras. Más especies de comportamiento típicamente nemoral de este estrato son: *Arracacia rigida*, *Adiantum andicola*, *Galium aschembornii*, *Chimaphylla umbelata*, *Smilax moranensis*, *Rubus pringlei* y *Asplenium monantes*.

Bioclimáticamente esta formación se sitúa tanto en el piso mesotropical (horizonte superior) de ombrotipo subhúmedo superior-húmedo inferior, como en el supratropical (inferior) de ombrotipo húmedo. Su rango altitudinal oscila para el área en estudio entre los 2.500 y los 3.100 metros aproximadamente, en donde ocupa laderas de pendientes muy variables y sin una preferencia clara en cuanto a la orientación. Los suelos sobre los que se desarrolla son del tipo andosol.

La fuerte presión antrópica que soporta el territorio en dicha franja altitudinal, donde se localiza un elevado número de pueblos y rancherías, hace que esta comunidad forestal se encuentre fuertemente perturbada. Ello provoca notables diferencias de composición entre los bosques zonales de *Abies* y este tipo de bosques secundarios (ISLEBE & VELÁZQUEZ, 1994). Talas, entresacas, pastoreo, fuego y transformación de la cubierta vegetal, son las actuaciones que con mayor frecuencia inciden en este tipo de bosque (RAMÍREZ & al., 2003). lo que hace que converjan especies propias tanto de etapas maduras (especies arbóreas principalmente) como de etapas de sustitución (arbustos de leña blanda y herbáceas subnitrófilas). Lo anterior está respaldado por la heterogeneidad de los inventarios realizados, lo que dificulta su adscripción e interpretación sucesional, tal como apuntan RZEDOWSKI & al. (1977) para este tipo de bosques.

Con base en lo anterior, esta comunidad se incluye en el complejo mosaico de situaciones que encierra la unidad fisionómica de bosque de pino-encino en el país (RZEDOWSKI & al., op. cit.). De forma análoga a lo indicado por ERN (1976)

para las montañas de los estados de Puebla y Tlaxcala, la comunidad constituye una situación serial heliófila del bosque primigenio, con árboles, arbustos y zacates más o menos resistentes a la perturbación. Así, los oyametales de la *Cleyero-Abietetum religiosae* son remplazados allí donde la perturbación es manifiesta, por representaciones de esta comunidad (inventarios 1 a 12). Este proceso de reemplazo es semejante al reconocido en la Sierra Nevada por RZEDOWSKI & al. (op. cit.). En este mismo sentido se pronuncian ISLEBE & VELÁZQUEZ (1994) quienes relacionan a los bosques mixtos de las montañas del centro de México y del suroeste de Guatemala con etapas sucesionales de los bosques de *Abies*. Por debajo del límite de distribución de dicho oyametal, el bosque primigenio que cabría encontrar se correspondería con un bosque mixto denso de pino-encino, que ha sido mayormente sustituido, de nuevo, por representaciones de esta comunidad. En esta ocasión, al bosque mixto perturbado se incorporan nuevas especies como *Alnus acuminata* subsp. *arguta*, *Ternstroemia lineata*, *Eupatorium mairitianum* y *Lopezia racemosa*; las dos últimas denotan la situación de perturbación. La presencia de este elenco permite diferenciar una variante de carácter termófilo (variante de *Alnus arguta*), localizada preferentemente en umbrías y vaguadas con orientación E y pendiente moderada, próximas a los ranchos y vías de acceso. Pese a que RZEDOWSKI & CALDERÓN DE RZEDOWSKI (2001) consideran al bosque de ailes (*Alnus*) como una etapa sucesional principal del bosque de oyamel, creemos que, en el territorio aquí tratado por debajo de la cota de 2.700 m, el bosque mixto perturbado dominado por *Alnus arguta* procede de la alteración de un bosque mixto de pino-encino.

Para las tierras altas de Chiapas, OCHOA & GONZÁLEZ (2000) reportaron una situación de transformación del bosque primigenio de pino-encino en bosque abierto de pino y en matorrales seriales, situación semejante a la que aquí se presenta.

De los muestreos y observaciones realizadas se deduce que el incremento de la perturbación favorece el dominio de especies de pinos (especialmente *Pinus montezumae*) frente a los oyameles. En este sentido, ERN (1976) apunta que *Pinus pseudostrobus* sería la primera especie en regenerarse en los bosques mixtos que han sido medianamente aclarados.

Tabla 6
Bosque mixto perturbado (Com. de *Pinus pseudostrobus-Quercus laurina*)

	900	450	500	300	200	600	400	100	400	1000	400	600	300	600	150	400	600
Superficie (m ²)	900	450	500	300	200	600	400	100	400	1000	400	600	300	600	150	400	600
Pendiente (°)	30	20	10	2	30	25	20	20	15	2	25	30	10	5	30	20	10
Orientación	SW	SW	S	N	W	NW	SW	NW	SW	E	W	S	E	N	W	SW	N
Altitud (Dm)	307	295	278	300	305	307	277	264	262	287	258	275	290	250	250	262	257
Cobertura musgos (%)	2	10	10	20	20	50	20	5	10	0	40	0	5	5	0	50	10
Altura árboles (m)	22	22	20	21	30	27	27	3	20	30	30	23	20	25	17	15	30
Cobertura rasante/herb (%)	5	15	10	5	30	15	5	5	25	30	5	20	25	15	20	10	15
Cobertura arbustiva (%)	20	30	40	15	15	60	75	70	60	50	50	20	90	95	80	50	35
Cobertura arbórea (%)	70	90	80	80	70	80	90	40	50	70	70	80	80	60	60	80	70
N.º de inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Estrato arbóreo:																	
<i>Pinus pseudostrobus</i>	3	3	1	2	2	3	4	.	.	.	.	4	4	2	.	2	3
<i>Quercus laurina</i>	2	3	4	3	.	.	2	2	3	2	.	.	1	.	2	2	.
<i>Abies religiosa</i>	1	3	1	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix paradoxa</i>	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
<i>Quercus rugosa</i>	1	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	2	.	.	2
<i>Arbutus glandulosa</i>	.	1	.	.	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clethra mexicana</i>	.	1	1	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus montezumae</i>	1	.	.	2	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arbutus xalapensis</i>	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Alnus jorullensis</i> spp. <i>jorullensis</i>	.	.	1	.	.	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Diferenciales de variante de																	
<i>Alnus arguta</i> :																	
<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	4	1	2	2	3	3	2
<i>Ternstroemia lineata</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	3	1	1	2	2	3	.
<i>Eupatorium mairretianum</i>	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	5	1	.	.	2
<i>Salvia gracilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	1	.	.
<i>Lopezia racemosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.
Otras especies características y transgresivas:																	
<i>Cestrum thyrsoides</i>	.	+	1	1	1	.	2	1	.	2	2	2	4	1	2	2	2
<i>Smilax moranensis</i>	+	1	1	.	.	1	1	1	.	.	.	+	+	+	+	1	+
<i>Senecio angulifolius</i>	+	2	2	2	1	.	2	2	.	1	+	.	+	.	.	.	1
<i>Fuchsia thymifolia</i>	1	1	+	.	.	1	1	.	1	.	.	.	+	+	.	1	+
<i>Stellaria cuspidata</i>	.	+	+	.	1	+	.	1	.	.	.	1	+	+	.	1	+
<i>Arracacia rigida</i>	1	1	+	1	+	1	+	1	1	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Adiantum andicola</i>	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+	.	.
<i>Cirsium erhenbergii</i>	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+
<i>Geranium seemanii</i>	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+
<i>Simphoricarpus microphyllus</i>	+	.	.	+	1	.	1	.	1	1	1	.	+	.	.	.	.
<i>Rubus pringlei</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	+	1	2	.
<i>Acaena elongata</i>	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	+	.	1	.	1	+	1
<i>Asplenium monanthes</i>	+	.	.	.	+	.	+	+	1	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Alchemilla procumbens</i>	.	1	.	1	+	1	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.
<i>Salvia fulgens</i>	1	1	1	.	+	.	.	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fuchsia microphylla</i>	+	1	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia helianthemifolia</i>	.	.	1	.	+	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.
<i>Satureja macrostema</i>	1	1	1	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum virletii</i>	.	1	.	.	1	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctostaphylos discolor</i>	1	.	.	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Archibaccharis hirtella</i>	.	.	1	.	.	.	1	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.
<i>Solanum cervantesii</i>	.	.	+	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Baccharis heterophylla</i>	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	2	+	.	1	.
<i>Verbesina oncophora</i>	1	.	.	.	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio toluccanus</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Bromus exaltatus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	2	.	1	.	.	.	.
<i>Senecio sanguisorbae</i>	.	+	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Asplenium commutatum</i>	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Baccharis conferta</i>	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2
<i>Cystopteris fragilis</i>	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Eupatorium rivale</i>	.	2	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Momina schlechtendadiana</i>	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
<i>Salvia elegans</i>	.	.	.	.	.	2	1	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Bidens serrulata</i>	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium aschembornii</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Salvia plurispicata</i>	.	.	1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium potentillaefolium</i>	.	.	.	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phacelia platycarpa</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Salvia mexicana</i> var. <i>mexicana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	1	.	.
<i>Eupatorium glabratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2
<i>Senecio callosus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Bidens triplinervia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	+
<i>Salvia lavanduloides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	+	.	.	.
<i>Clematis dioica</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.

Además: Características de unidades superiores y transgresivas: *Ceanothus coerules* 1 en 1 y 6; *Verbesina discoidea* 1 en 1 y 8; *Archibaccharis asperifolia* 1 en 2 y 7; *Verbesina serrata* 1 en 5 y 6; *Cornus discolorata* 1 en 6 y 11; *Lupinus elegans* 1 en 3 y 7; *Prunus serotina* var. *capuli* 1 en 4 y 8; *Eupatorium cnisum* 1 en 12 y + en 15; *Stevia incognita* 1 en 3 y + en 5; *Bouvardia ternifolia* + en 5 y 8; *Stachys coccinea* 1 en 5 y 9; *Dryopteris wallichiana* 1 en 4 y 8; *Buddleia chordata* 1 en 5 y 9; *Galium uncinatum* + en 3 y 14; *Bromus carinatus* 1 en 4 y 12; *Penstemon campanulatus* 1 en 5 y + en 13; *Oenothera purpusii* 1 en 4 y 9; *Polypodium platylepis* + en 15 y 17; *Polypodium alfredii* + en 12 y 16; *Polypodium plebeium* + en 16 y 17; *Cestrum anagryis* 1 en 12 y + en 16; *Salvia mexicana* var. *minor* + en 13 y 14; *Meliosma dentata* + en 16 y 1 en 17; *Crataegus mexicana* + en 13 y 1 en 14; *Desmodium uncinatum* + en 13 y 14; *Adiantum andicola* 1 en 5 y + en 14; *Oxalis hernandesii* 1 en 10 y + en 14; *Penstemon roseus*, *Orchis* sp., *Pleopeltis macrocarpa* var. *macrocarpa*, *Senecio suffultus* y *Gouania liliacea* +, *Eupatorium pazcuarense* y *Cupressus lusitana* 1 en 1; *Sibthorpia repens* +, *Polystichum* sp., *Senecio barba-johannis*, *Symplocos prionophylla*, *Stevia bustamanta* y *Valpita* sp. 1 y *Eupatorium schaffneri* 2 en 3; *Hieracium abscissum* +, *Salvia albocaulis*, *S. pulchella* y *Eupatorium petiolare* 1 en 4; *Bidens ostruthioides* + y *Salvia iodonantha* 1 en 5; *Pinaropappus roseus* +, *Sonchus oleraceus*, *Holodiscus argenteus*, *Rumfordia floribunda*, y *Senecio mairetianus* 1 y en 6; *Chimaphila umbellata* +, *Juniperus monticola* y *Gnaphalium semiamplexicaule* 1 en 7; *Salvia purpurea* +, *Oreopanax zapapensis* y *Solanum appendiculatum* 1 en 8; *Pteris orizabae*, *Salvia longispicata* y *Stellaria media* +, *Salvia gesneriflora* y *Erica divica* 1 en 9; *Buddleia americana*, *Cerastium orithale*, *Psacidium pellatum*, *Eryngium pycnocephalum*, *Taetes coronopifolia*, *Trifolium amabile* y *Cymbispatha commeloides* +, *Brachypodium mexicanum*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Poa conglomerata*, *Prunella vulgaris*, *Stevia jorullensis* y *Zeromenia aurea* 1 y *Eupatorium aschenbrenianum* 3 en 10; *Salvia primelloides* 1 en 11; *Castilleja arvensis*, *Cleyera integrifolia*, *Ilex toluana*, *Stevia hirsuta* y *Oenothera purpusii* + y *Cinna poliformis* 2 en 12; *Eryngium carlinar* + en 13; *Potentilla candicans*, *Polypodium* sp., *Vicia americana* var. *americana*, *Gybasia pulchella* y *Desmodium callilepis* +, *Pinus leiophylla*, *Quercus crassifolia* y *Q. candicans* 1 en 13; *Commelina orchiloides* y *Quercus dysophylla* + en 14; *Salvia amarissima* + y *Quercus arguta* 2 en 15; *Castilleja tenuiflora* y *Stevia subpubescens* +, *Polystichum* sp. 1 y *Pinus michauxiana* 2 en 16; *Steris argenteus* var. *ramirezii*, *Stevia monardifolia* y *Eupatorium subinchusum* 1 en 17.

Localidades: 1: Ej. Emiliano Zapata, 19°42'32"N-100°17'39"W; 2: Comunidad Indígena Francisco Serrato, 19°32'42"N-100°15'28"W; 3: Com. Ind. Curungueo, 19°30'44"N-100°18'36"W; 4: Com. Ind. Donaciano Ojeda, 19°30'43"N-100°17'20"W; 5: Ej. Jesús de Nazareno, 19°40'14"N-100°18'48"W; 6: Com. Ind. Donaciano Ojeda, 19°31'42"N-100°17'12"W; 7: Com. Ind. Fco. Serrato, 19°31'16"N-100°14'57"W; 8: Com. Ind. Fco. Serrato, 19°31'53"N-100°16'12"W; 9: Com. Ind. Crescencio Morales, 19°31'02"N-100°13'42"W; 10: Bosencheve, 19°27'09"N-100°08'51"W; 11: Bosencheve, 19°28'27"N-100°09'47"W; 12: Com. Ind. Donaciano Ojeda, 19°31'22"N-100°16'57"W; 13: Ej. Emiliano Zapata, 19°34'24"N-100°19'20"W; 14: Ej. Emiliano Zapata, 19°34'03"N-100°18'49"W; 15: Com. Ind. Fco. Serrato, 19°30'54"N-100°16'07"W; 16: Com. Ind. Fco. Serrato, 19°30'51"N-100°14'51"W; 17: Com. Ind. Fco. Serrato, 19°30'37"N-100°15'01"W.

Para el Cerro Cacique, IBARRA (1983) describió una formación semejante a la aquí presentada, a la que nombró Bosque de Pino. Este autor lo relacionó con áreas forestadas con una fuerte incidencia antrópica, dominadas por *Pinus pseudostrobus* y *P. montezumae*, por encima de los 2.700 metros, y *P. leiophylla* en las partes bajas. Ocasionalmente, se presentan especies de *Quercus* codominando con los pinos. Este mismo autor define un bosque bajo, vinculado a la formación anterior, en el que destaca la difícil diferenciación de estratos, lo alterado de la vegetación y la presencia de individuos arbóreos jóvenes. Asimismo SOTO & VÁZQUEZ (1993), para la zona de hibernación de la mariposa monarca, definen dos comunidades de origen secundario: el bosque mixto de *Pinus-Abies* y el bosque de *Pinus*. Ambas se sitúan en áreas alteradas entre 2.700 y 3.000 metros y tienen un estrato arbustivo denso y diversificado debido a lo discontinuo del dosel arbóreo. Sus características estructurales y ecológicas junto con su composición florística permite relacionar ambas situaciones con la comunidad de bosque mixto perturbado aquí definida.

Esta comunidad aquí descrita constituye una forma empobrecida del bosque mesófilo de montaña descrito por IBARRA (*op. cit.*) para el Cerro El Cacique, en donde se presentan especies comunes como *Ilex brandegeana*, *Carpinus caeroliniana*, *Quercus martinezii*, *Meliosma dentata*, *Symplocos prionophylla*, ausentes en nuestros inventarios de la comunidad. Sin embargo, la convergencia de otros

taxones como *Quercus candicans*, *Q. laurina*, *Ternstroemia pringlei*, *Syrax ramirezii* o *Eupatorium mairetianum*, junto con las afinidades ecológicas y altitudinales, permiten relacionar ambas situaciones. Por último señalar que en el sur de la cuenca de México, SILVA & al. (1999) diferencian dos comunidades de bosque mixto: Bosque de *Pinus spp.-Quercus spp.* y bosque de *Pinus spp.-Alnus spp.* Ambas de nuevo representan situaciones complejas con elementos de redistribución y procedencia diversa, que hacen difícil su adscripción sintaxonómica.

Para dilucidar la posición sintaxonómica de las formaciones que convergen bajo el nombre de bosque mixto, se requiere de nuevos datos fitosociológicos y de una reinterpretación de la información disponible. Así, posteriores prospecciones en territorios vecinos, con representaciones óptimas de este tipo de bosque, ayudarán a establecer su completa definición y su correcta adscripción.

Simphoricarpo microphyllii-Juniperetum monticola ass. nova

Holotypus hoc loc. inv. 9, Tabla 7.

Arbustada densa, compacta y enmarañada, con una altura promedio de 4 metros, dominada fisionómicamente por el enebro (*Juniperus monticola* f. *monticola*). Estructuralmente se diferencian tres estratos: uno arbustivo, con una cobertura próxima al 100%, otro herbáceo con un 20% de cobertura promedio y un tercero rasante dominado por musgos. En

Tabla 7
Simphoricarpo microphyllii-Juniperetum monticolae ass. nova

Superficie (m ²)	150	150	50	60	50	30	80	40	150	100	100
Pendiente (°)	5	25	5	10	3	10	5	20	5	15	20
Orientación	S	SW	E	NW	NW	N	NE	NE	NW	SW	N
Altitud (Dm)	335	329	326	308	313	319	323	353	311	326	327
Cobertura rasante/herb (%)	20	70	25	30	35	40	25	30	80	20	80
Cobertura arbustiva (%)	100	100	90	100	100	100	100	90	100	90	80
N.º de inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Características de asociación:

<i>Juniperus monticola</i>	4	2	5	5	5	5	5	5	2	.	+
<i>Ribes ciliatum</i>	3	4	1	+	1	+	+	+	.	2	.
<i>Simphoricarpus microphyllus</i>	3	1	1	1	1	+	+	.	.	1	+
<i>Acaena elongata</i>	1	1	+	1	1	2	.	.	4	+	4

Características de unidades

superiores y transgresivas:

<i>Senecio cinerarioides</i>	1	1	+	.	.	+	.	.	.	4	3
<i>Baccharis conferta</i>	+	.	1	1	1	2	.	.	4	.	.
<i>Sibthorpia repens</i>	.	.	+	1	+	+	+	.	1	.	+
<i>Eupatorium pazcuarensis</i>	.	1	.	.	+	+	+	+	+	2	+
<i>Alchemilla procumbens</i>	1	2	1	.	+	1	.	2	.	.	.
<i>Geranium seemanii</i>	+	.	.	.	+	+	.	.	+	1	1
<i>Senecio toluccanus</i>	.	1	+	+	+	.	.	.	1	.	+
<i>Senecio angulifolius</i>	.	.	.	.	+	1	.	+	.	+	3
<i>Abies religiosa</i>	+	.	.	+	+	.	+	.	1	.	.
<i>Stellaria cuspidata</i>	.	1	+	.	+	.	+	.	.	.	+
<i>Senecio callosus</i>	.	.	+	+	.	.	+	.	.	+	+
<i>Cerastium molle</i>	.	.	+	.	+	+	.	.	+	.	.
<i>Prunus serotina</i> var. <i>capuli</i>	1	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+
<i>Bromus exaltatus</i>	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Senecio salignus</i>	.	1	.	.	+	+	.	.	.	1	.
<i>Cestrum thyrsoides</i>	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+
<i>Solanum demissum</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+
<i>Bromus carinatus</i>	.	.	.	+	+	+	.	1	.	.	.
<i>Claytonia perfoliata</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.
<i>Penstemon campanulatus</i>	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.
<i>Gnaphalium oxyphyllum</i>	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Senecio sanguisorbae</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Phacelia platycarpa</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	1	.
<i>Stevia subpubescens</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+
<i>Stachys eriantha</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+
<i>Erigeron galeottii</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	.
<i>Geranium potentillaeifolium</i>	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium mexicanum</i>	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Asplenium monanthos</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
<i>Salix paradoxa</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Festuca amplissima</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stevia ovata</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Viola guatemalensis</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Salvia fulgens</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Oxalis alpina</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Galium uncinatum</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa orizabensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Cystopteris fragilis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Agrostis exarata</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.

Además: características de unidades superiores y transgresivas: *Buddleia parviflora* 1, *Salvia concolor* 3, *Verbena recta*, *Cirsium ehrenbergii*, *Penstemon gentianoides* y *Solanum cervantesii* + en 2; *Cinna poliformis* y *Stipa mexicana* + en 3; *Cuphea aequipetala* var. *hispidula*, *Hieracium abscissum*, *Oenothera purpurea*, *Stachys repens* y *Potentilla candicans* + en 4; *Bidens serrulata*, *Chimaphila umbellata*, *Fragaria mexicana*, *Festuca rzedowskiana* y *Solanum appendiculatum* + en 5; *Salvia elegans*, *Brachypodium latifolium*, *Solanum nigrescens*, *Dahlia merckii* y *D. scapigera* + en 6; *Gibasis pulchella*, *Valeriana densiflora* y *Psacaliu peltatum* +, *Galium aschembornii* 2 en 7; *Pinus hartwegii*, *Villadia baesii*, *Draba jorullensis* y *Senecio mexicanus* + en 8; *Senecio suffultus*, *Poa conglomerata* y *Senecio roseus* + en 9; *Bidens triplinervia*, *Gentiana ovatiloba* spp. *michoacana*, *Tagetes coronopifolia*, *Verbesina cinerascens*, *Vulpia* sp. y *Cerastium nutans* +, *Buddleia americana* y *Senecio sinuatus* 1 en 10; *Buddleia cordata*, *Echeandia leptophylla*, *Fuchsia microphylla*, *Jaltomata procumbens*, *Gouania liliacea*, *Polypodium platylepis*, *Cardamine flaccida* y *Valeriana clematilis* + en 11.

Localidades: 1: Ej. Los Lobos, 19°33'51"N-100°13'21"W; 2: Ej. Las Mesas, 19°33'37"N-100°13'41"W; 3: Ej. Las Mesas, 19°34'31"N-100°14'00"W; 4: Ej. Remedios, 19°39'33"N-100°16'07"W; 5: Palo Amarillo, 19°40'07"N-100°14'09"W; 6: Palo Amarillo, 19°39'28"N-100°14'09"W; 7: Ej. San Felipe de Jesús, 19°36'47"N-100°14'41"W; 8: Cumbre del Campanario, 9: Ej. Remedios, 19°39'29"N-100°15'40"W, *holotypus* ass.; 10: Ej. El Rosario, 19°34'28"N-100°14'39"W; 11: Ej. Los Lobos, 19°00'46"N-100°12'50"W.

el arbustivo, además de la especie directriz se presentan *Simphoricarpus microphyllus* y *Ribes ciliatum*, ambas consideradas como especies características. Otros elementos perennes participantes de este estrato son *Baccharis conferta*, *Senecio cinerarioides* y *Senecio salignus*. En el herbáceo aparecen con mayor frecuencia *Eupatorium pazcuarense*, *Acaena elongata*, *Lachemilla procumbens* y *Geranium seemani*, todas ellas de aptencias esciófilas y húmicas.

Desde el punto de vista bioclimático, la asociación se distribuye preferentemente en el piso supratropical inferior de ombroclima húmedo-hiperhúmedo. Las mejores representaciones se localizan en terrenos con poca pendiente como los que hay en las inmediaciones de los llanos, collados y lomeríos suaves, que proliferan a lo largo de la sierra. La deforestación selectiva en tales áreas ha favorecido la implantación tanto de comunidades arbustivas como de herbáceas, conformando, junto con los bosques alcedaños, vistosos mosaicos de vegetación. Los suelos sobre los que se desarrolla son andosoles que en ocasiones presentan cierta hidromorfía temporal.

SOTO & VÁZQUEZ (1993) denominaron a esta situación como matorral de *Juniperus*. En otros territorios montañosos del SVT, como la Sierra de Pachuca y la cuenca de México, diferentes autores señalan la presencia de matorrales de *Juniperus monticola*, reemplazando al oyamel en aquellos terrenos que han sido talados (MADRIGAL, 1967; RZEDOWSKI, 1994). ERN (1976) señala la presencia esporádica de formaciones de *Juniperus monticola* en el piso de los oyameles de los volcanes Iztaccíhuatl y Malinche. En todos estos trabajos la ausencia de datos sobre la composición florística impide relacionar dichas formaciones con la comunidad aquí descrita; sin embargo, dadas las condiciones ecológicas, corológicas y bioclimáticas de las áreas donde se localizan, muy probablemente puedan ser asignadas al sintaxon aquí propuesto.

***Geranio seemani-Baccharidetum confertae* ass. nova**

Tabla 8, holotypus inv. n° 4

Arbustada densa de 3 metros de altura promedio, constituida por un estrato arbustivo dominante con una cobertura en torno al 80%, y un estrato herbáceo discontinuo con una cobertura promedio del 40% y otro rasante escasamente representado. Como especies características de la asociación se proponen: los arbustos *Baccharis conferta*, *Senecio salignus*, *S. cinerarioides* y las herbáceas *Geranium seemani* y *Salvia mexicana* var. *minor*. Otras especies representadas, aunque

de más amplia adscripción, son: *Lachemilla procumbens*, *Acaena elongata*, *Simphoricarpus microphyllus*, y *Muhlenbergia diversiglumis*, entre otras.

Se distribuye a lo largo del piso supratropical bajo ombroclima húmedo y actúa como primera etapa de sustitución de los oyametales de la *Sibthorpia-Abietetum religiosae*, ubicados sobre suelos de laderas montañosas en los que no se presentan problemas de drenaje. En caso de deficiencias de drenaje, por condiciones microtopográficas, la comunidad es remplazada por la *Simphoricarpo-Juniperetum monticolae*, anteriormente descrita.

La expansión de la comunidad se ha visto favorecida por la tala de los bosques y por los fuegos provocados, que regularmente siguen a dichos desmontes, constituyendo con ello un proceso de sucesión regresiva. En otras ocasiones, el proceso se invierte y la comunidad se instala tras la colonización vegetal posterior al abandono de las milpas.

A esta asociación hay que vincular la formación de matorral reconocida por IBARRA (1983) para el Cerro El Cacique.

***Trifolio amabili-Bidentetum anthemoidis* ass. nova**

holotypus hoc loc inv. 2, Tabla 9

Pastizal ralo y tupido, dominado por herbáceas vivaces, vinculado a claros de bosque sometidos a pastoreo, fundamentalmente de ovino, del cual depende la pervivencia de la comunidad. Como características de la asociación se han seleccionado las siguientes especies: *Trifolium amabile*, *Bidens anthemoidis*, *Potentilla candida*, *Stipa mexicana* y *Sabazia humilis*.

Se instala preferentemente en terrenos llanos o de ligera inclinación, por lo que los suelos donde se desarrollan presentan un drenaje ligeramente deficiente. Su distribución está vinculada al piso supratropical de ombroclima al menos húmedo en donde contacta con las arbustadas definidas anteriormente. Su mantenimiento y pervivencia está condicionado por el pastoreo extensivo de ovejas, las cuales, por medio del ramoneo y pisoteo, impiden la evolución de la comunidad hacia estadios dinámicos más avanzados.

SOTO & VÁZQUEZ (1993) describen una pradera de *Potentilla*, cuyas características fisionómicas, composición y ecología permiten relacionarla con la aquí definida:

De forma puntual, en los claros de las asociaciones de pinar y oyamel, se reconoce una formación herbosa dominada por gramíneas amacolladas resistentes al fuego, como *Festuca tolucensis* y *Muhlenbergia*

Tabla 8
Geranio seemanii-Baccharidetum confertae ass. nova

Superficie (m ²)	50	225	100	100	80	100	100	100
Pendiente (°)	5	5	20	20	20	40	10	5
Orientación	NE	SE	S	SW	SW	W	N	W
Altitud (Dm)	303	318	310	285	278	289	327	280
Cobertura rasante/herb (%)	30	90	90	80	100	80	80	70
Cobertura arbustiva (%)	90	100	90	90	100	90	100	90
N.º de inventario	1	2	3	4	5	6	7	8

Características de asociación

<i>Baccharis conferta</i>	3	5	4	5	2	5	1	5
<i>Geranium seemanii</i>	+	+	+	1	1	+	+	1
<i>Senecio salignus</i>	.	+	1	1	4	.	3	+
<i>Senecio cinerarioides</i>	.	1	.	1	1	.	3	.

Características de unidades superiores y transgresivas

<i>Acaena elongata</i>	2	3	+	1	3	+	4	1
<i>Lachemilla procumbens</i>	1	3	+	3	.	3	.	3
<i>Simphoricarpus microphyllus</i>	+	.	+	.	1	+	+	1
<i>Bromus exaltatus</i>	.	.	1	.	2	1	+	2
<i>Senecio toluccanus</i>	1	+	.	+	.	.	+	.
<i>Solanum demissum</i>	+	.	+	.	1	.	+	.
<i>Prunus serotina</i> var. <i>capuli</i>	.	.	.	.	+	+	1	1
<i>Eupatorium rhomboideum</i>	.	.	.	+	+	+	.	+
<i>Stellaria cuspidata</i>	+	.	+	.	2	.	1	.
<i>Potentilla caudicans</i>	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Muhlenbergia diversiglumis</i>	.	.	.	1	1	+	.	.
<i>Salvia mexicana</i> var. <i>minor</i>	.	.	+	1	2	.	.	.
<i>Stevia ovata</i>	.	.	4	1	1	.	.	.
<i>Tagetes coronopifolia</i>	.	.	+	.	+	+	.	.
<i>Salix paradoxa</i>	.	.	+	+	.	.	1	.
<i>Bidens anthemoides</i>	.	.	.	+	.	+	.	+
<i>Cuphea aequipetala</i> var. <i>hispidula</i>	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Muhlenbergia nigra</i>	.	.	1	.	.	+	.	.
<i>Jaltomata procumbens</i>	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Sibthorpia repens</i>	.	.	.	1	.	.	+	.
<i>Eupatorium pazcuarense</i>	+	.	.	.	.	.	1	.
<i>Eupatorium rivale</i>	.	.	.	.	.	2	.	2
<i>Blepharoneuron</i> sp.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Piptochaetium fibratum</i>	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Viola humilis</i>	.	.	.	+	.	.	.	+
<i>Zexmenia aurea</i>	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Oxalis jacquianiana</i>	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Oxalis alpina</i>	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Abies religiosa</i>	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium mexicanum</i>	.	.	.	2	2	.	.	.
<i>Buddleia parviflora</i>	.	.	2	.	2	.	.	.
<i>Lopezia racemosa</i>	.	.	.	.	+	.	+	.

Además: Características de unidades superiores y transgresivas: *Bidens ostruthioides*, *Eupatorium pazcuarense*, *Gnaphalium oxyphyllum* var. *nataliae*, *Solanum americanum*, *Phacelia platycarpa* y *Senecio sanguisorbae* + en 1; *Cirsium erhenbergii*, *Eupatorium glabratum*, *Juniperus monticola* y *Gnaphalium liebmanni* + en 2; *Deschampsia elongata*, *Alchemilla sibbaldiifolia*, *Lupinus aschenbornii* var. *cervantesii*, *Verbena recta*, *Vicia* spp., *Vulpia myuros*, *Cerastium molle*, *Claytonia perfoliata* *Gnaphalium oxyphyllum*, *Penstemon gentianoides*, *P. roseus* y *Stigesbeckia jorullensis* +. *Bromus ciliatum* 1 y *Salvia fulgens* 3 en 3; *Cerastium nutans*, *Geranium hernandesii*, *Triglochin* sp., *Conyza schiedeana*, *Gnaphalium americanum* y *Penstemon campanulatus* + en 4; *Brickellia secundiflora*, *Festuca hephaestophila* y *Sycios deppii* +, *Cestrum thyrsoides*, *Senecio angulifolius* y *Solanum cervantesii* 1 en 5; *Cheilanthes* sp., *Stachys globosa* y *Stevia iltisiana* + en 6; *Juniperus monticola*, *Cestrum thyrsoides*, *Buddleia cordata*, *Senecio sanguisorbae*, *Poa orizabensis*, *Stachys eriantha*, *Cystopteris fragilis*, *Govenia capitata* y *Cardamine flexuosa* + en 7; *Tagetes coronopifolia* + en 8.

Localidades: 1: Ej. San José Corrales, 19°42'02"N-100°15'39"W; 2: Ej. Cerro Prieto, 19°40'08"N-100°16'34"W; 3: Ej. Las Mesas, 19°33'12"N-100°14'14"W; 4: Ej. Las Mesas, 19°33'18"N-100°15'28"W, *holotypus* ass.; 5: Ej. Las Mesas, 19°33'18"N-100°15'23"W; 6: Ej. St. Ana, 19°39'03"N-100°16'02"W; 7: Ej. San Felipe de Jesús, 19°36'03"N-100°14'19"W; 8: Bosencheve, 19°28'27"N-100°09'46"W.

Tabla 9
Trifolium amabilii-*Bidentetum anthemoides* ass. nova

Superficie (m ²)	20	20	20	30	30	40	30	50	20	30	25
Pendiente (°)	3	7	10	10	10	10	5	5	5	5	20
Orientación	SW	NE	W	SE	SE	SE	S	E	E	N	SE
Altitud (Dm)	320	312	280	284	311	320	283	326	325	310	316
Cobertura rasante/herb (%)	100	100	80	80	100	100	100	100	90	90	80
N.º de inventario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Características de asociación											
<i>Bidens anthemoides</i>	2	4	2	2	3	3	3	2	+	3	4
<i>Trifolium amabile</i>	1	+	+	+	2	1	+	1	+	+	2
<i>Potentilla candicans</i>	3	+	4	4	3	2	4	4	4	4	.
<i>Stipa mexicana</i>	1	2	1	1	3	3	2	2	2	.	.
<i>Sabatia humilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.

Características de unidades superiores y transgresivas											
<i>Commelina orchitoides</i>	.	+	+	.	+	.	.	1	+	+	.
<i>Cerastium molle</i>	.	.	.	+	+	.	+	.	+	+	1
<i>Eryngium carliniae</i>	.	1	+	+	.	2	+	.	.	+	.
<i>Viola humilis</i>	.	+	.	1	+	.	+	.	+	+	.
<i>Gnaphalium standleyi</i>	.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	.
<i>Carex brachycalamus</i>	3	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.
<i>Phacelia platycarpa</i>	1	2	.	.	+	+	.	+	.	.	.
<i>Muhlenbergia ramulosa</i>	.	.	.	1	1	+	1	.	.	.	+
<i>Blepharoneuron tricholepis</i>	.	.	.	.	+	+	.	1	2	2	.
<i>Gnaphalium americanum</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	+	+	.
<i>Conyza schiedeana</i>	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	1
<i>Cyperus sesterioides</i>	.	.	+	.	+	+	.	.	.	+	.
<i>Viola guatemalensis</i>	.	.	1	.	.	+	.	+	.	+	.
<i>Piptochaetium seleri</i>	2	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Agrostis toluensis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.
<i>Carex townsendii</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.
<i>Gentianella mexicana</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Sisyrinchium tenuifolium</i>	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Plantago linearis</i> var. <i>mexicana</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Cuphea acquipetala</i> var. <i>hispidula</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago toluensis</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Commelina tuberosa</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Conyza coronopifolia</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Blepharoneuron tricholepis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	.
<i>Potentilla rubra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Stachys globosa</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio bellidifolius</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Sporobolus indicus</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eragrostis curvula</i>	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.

Además: Características de unidades superiores y transgresivas: *Cinna poiformis*, *Geranium potentillaefolium*, *Solanum demissum*, *Arenaria bourgaei*, *Cardamine flaccida*, *Gnaphalium liebmanni*, *Peperomia hispidula*, *Sisyrinchium toluense*, *Stachys repens*, *Trisetum altijugum* y *Verbena teucriifolia* + e *Hypoxis mexicana* 2 en 1; *Drymaria villosa*, *Mimuartia moehringioides*, *Stachys radicans* y *Lechenea tripetala* + en 2; *Gnaphalium inornatum*, *Juncus ebracteatus*, *Viola grahamii*, *Geranium bellum*, *Salvia mexicana* y *Vicia americana* var. *americana* + en 3; *Poa orizabensis* 2 en 5; *Brassica campestris* y *Gnaphalium canescens* + en 8; *Arenaria tyropodioides*, *Geranium cruenense* y *Gentianella mexicana* + en 10; *Erodium cicutarium*, *Medicago polymorpha* var. *vulgaris*, *Muhlenbergia minutissima*, *Bidens ostruthioides* y *Tajetes coronopifolia* + y *Trisetum kochianum* 3 en 11.

Localidades: 1: Ej. Ocampo, 19°37'39"N 100°15'51"W; 2: Ej. Sr. Ana, 19°39'18"N-100°16'12", *holotypus* ass.; 3: Bosencheve, 19°28'27"N-100°09'46"W; 4: Ej. Fco. Serrato, 19° 32'47"N-100°14'50"W; 5: Ej. Remedios, 19°39'37"N-100°16'07"W; 6: Ej. Cerro Prieto, 19°40'07"N-100°16'42"W; 7: Ej. Fco. Serrato, 19°33'01"N-100°15'01"W; 8: Ej. Las Mesas, 9: 19°34'36"N-100°14'05"W. Ej. Las Mesas, 19°34'42"N-100°14'28"W; 10: Ej. Remedios, 19°39'32"N-100°15'52"W; 11: Ej. Las Mesas, 19°33'22"N 100°14'08"W.

macroura. En menor medida se presentan otras herbáceas de porte menor como *Alchemilla procumbens*, *Eryngium* spp., *Lupinus* spp., *Geranium potentillaefolium*, *Oxalis alpina*, *Potentilla ranunculoides*, *Viola grahamii*, etc. Este *Graminetum* inducido apenas se presenta en la Sierra de Angangueo. Sin embargo es

notoria su presencia en otras montañas del sector neo-volcánico (Iztaccihuatl, Popocatepetl, Nevado de Toluca, Tancitaro, Malinche, Tlaloc, Pelado, etc.) con la misma situación serial. Su expansión está vinculada al incremento de la cabaña ganadera durante en los últimos tiempos (VELÁZQUEZ, 1993).

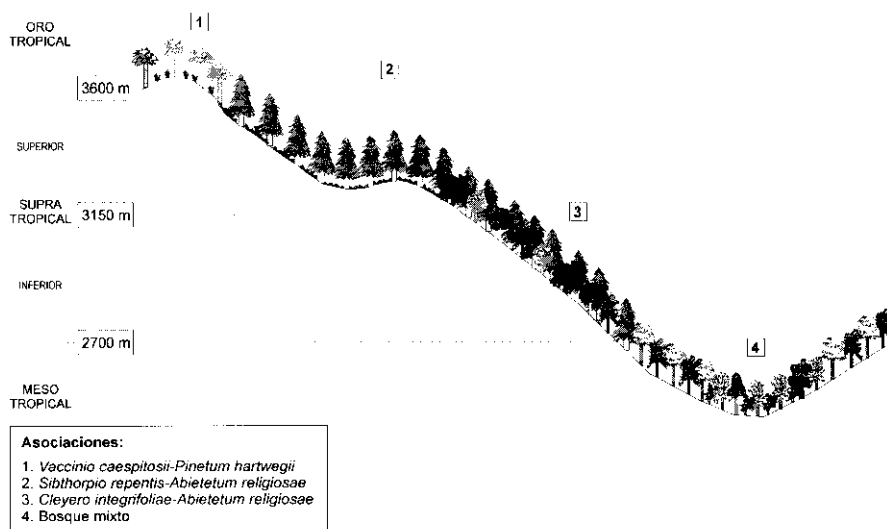


Figura 5.—Catena idealizada de la vegetación potencial del territorio.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La influencia de los factores de perturbación sobre las comunidades aquí presentadas, induce el desencadenamiento de un intrincado proceso de sucesión vegetal (RZEDOWSKI & al. 1977), y que en la realidad se plasma en un heterogéneo mosaico

vegetacional. Pese a ello es posible establecer la correspondencia de la vegetación potencial a lo largo del transecto altitudinal del territorio, la cual, bajo las condiciones bioclimáticas y edáficas reinantes actualmente, se vincula con diferentes asociaciones forestales definidas en este trabajo (Figura 5).

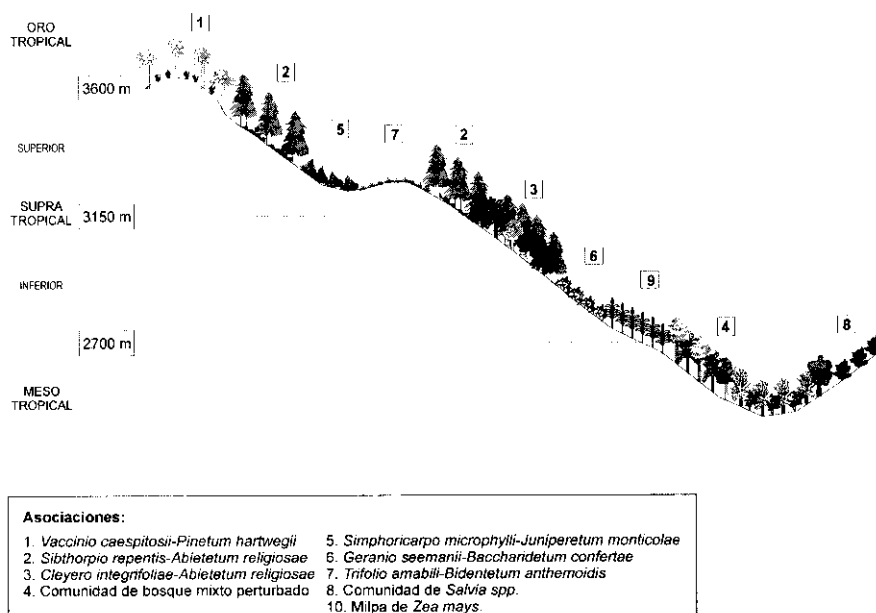


Figura 6.—Catena idealizada de la vegetación real del territorio.

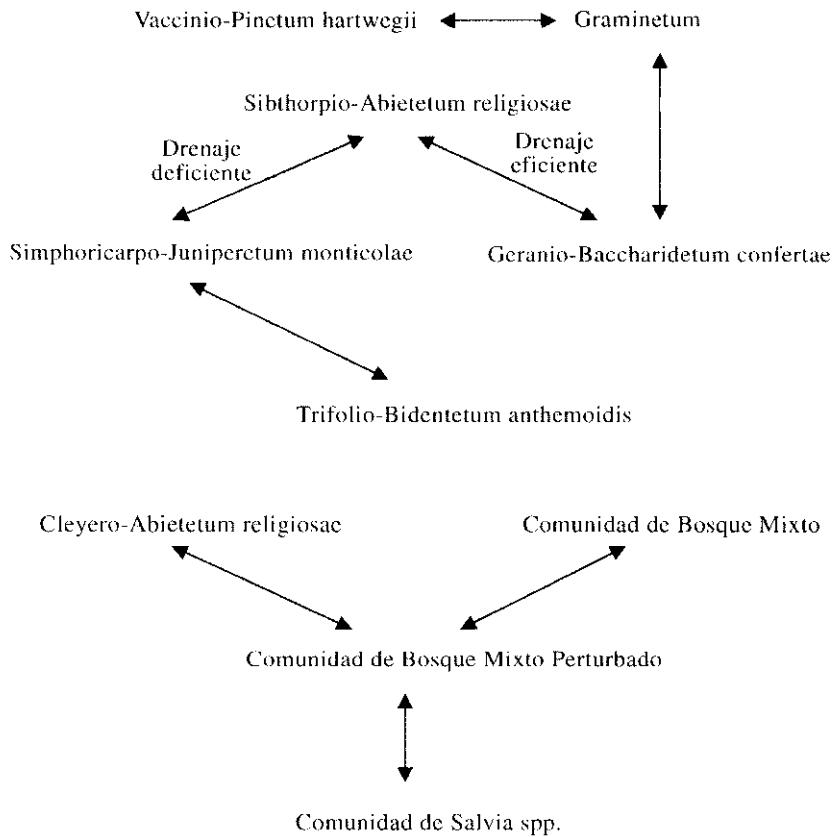


Figura 7.—Modelo de relación sucesional de las comunidades vegetales reconocidas.

De acuerdo con las pautas sucesionales establecidas por RZEDOWSKI & al. (*op. cit.*) para los bosques de coníferas, y considerando la posición e interpretación dinámica y catenal de cada una de las comunidades aquí tratadas, se presenta el modelo de catena de vegetación real definido para el área en estudio, el cual bien podría ser semejante, con matices, al de otros territorios supra y orotropicales del SVT (Figura 6). Asimismo, se presenta de forma esquemática el modelo sucesional bidireccional (evolutivo y regresivo) que cabe esperar para cada comunidad vegetal reconocida. El establecimiento de los vínculos ha estado basado en el análisis y la interpretación de los resultados presentados (Figura 7).

Los principales factores de perturbación que afectan a los bosques de coníferas en México son los desmontes con fines agrícolas y en menor medida los incendios (RZEDOWSKI & al., 1977; OCHOA &

GONZÁLEZ, 2000), a ellos hay que añadir las talas y entresacas, y la ganadería. En la Sierra de Angangueo, al igual que en otras áreas montañosas del país, este tipo de intervenciones en la cubierta forestal, persigue, por lo general, fines domésticos, y por tanto de bajo o nulo valor agregado (MASERA & al. 1992; LANDA & al. 1997; DE JONG & RUIZ DÍAZ, 1997). Unos y otros factores van a condicionar el tipo de comunidad vegetal y su composición florística. Así MADRIGAL (1967) apunta que la perturbación por tala o fuego favorece la entrada en el oyamental de otras especies arbóreas mejor adaptadas como *Pinus hartwegii* en cotas altas o *P. montezumae* en las cotas bajas; en este sentido RZEDOWSKI & CALDERÓN DE RZEDOWSKI (2001) señalan que el disturbio es el responsable del aumento de las cubiertas herbácea y arbustiva del bosque de *Abies*.

Todo lo anterior respalda lo comentado por VELÁZQUEZ (1993) sobre el modelado del paisaje

vegetal en los volcanes Tláloc y Pelado (Sierra Chichinautzin), situados al sur del Valle de México, y con unas características geoambientales semejantes a las de la Sierra de Angangueo. Así, para este autor, los bosques de *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii* constituyen las comunidades zonales de dicha Sierra y donde las actividades humanas, más que los factores abióticos, juegan un papel preponderante en la distribución y composición florística de la vegetación. En la zona de estudio, los factores abióticos son responsables del escalonamiento altitudinal de la vegetación, plasmado en los diferentes bosques potenciales reconocidos (Figura 4). La transformación de estos bosques en bosques secundarios, generalmente aclarados e invadidos de matorral, sugiere que la tala selectiva de individuos de encino, pino u oyamel, para la obtención de leña o madera, trae consigo la alteración del dosel arbóreo, y la modificación de la estructura y de la composición florística del sotobosque. Consecuencia de estas perturbaciones es la invasión de especies extranemorales de carácter subheliófilo y subnitrófilo, procedentes de las orlas arbustivas y herbáceas, donde tienen su óptimo ecológico. Reflejo de este proceso es la proliferación de combinaciones florísticas dentro de una misma comunidad, que res-

ponden más a situaciones ecológicas particulares que a entidades fitocenóticas discretas. A este respecto hay que señalar el elevado número de comunidades y asociaciones dadas para cada uno de los tipos de vegetación forestal reconocidos en el sur de la Cuenca de México (SILVA & al., 1999), desde una perspectiva fitosociológica, biogeográfica, bioclimática y edáfica, tal proliferación no se corresponde con la heterogeneidad espacial del territorio, sino con situaciones particulares de variabilidad dentro del seno de cada comunidad forestal. El recurso al uso de rangos fitosociológicos inferiores al de asociación (subasociación, variante o facie) facilitará una mejor comprensión e interpretación de la vegetación forestal en esta zona de EVT.

Las asociaciones propuestas ayudarán a seguir estableciendo el esquema sintaxonómico de la vegetación supra y orotropical del sector neovolcánico; algunas de las propuestas (asociaciones o comunidades) dadas para esta franja han sido vinculadas a las unidades aquí establecidas; sin embargo es necesario continuar la labor de revisión, vinculación y síntesis tipológica, con el fin de dilucidar las relaciones florísticas, catenales, dinámicas, biogeográficas y bioclimáticas entre los distintos sintaxones.



Foto 1.—Interior del oyamental mesófilo de la *Cleyero-Abietetum religiosae*.



Foto 2.—Mosaico otoñal de milpa, pastizal (*Trifolio-Bidentetum anthemoidis*), matorral (*Geranio-Baccharidetum confertae*) y oyamental (*Sibthorpio-Abietetum religiosae*).



Foto 3.—Pinar aclarado de *Pinus hartwegii*.



Foto 4.—Arbusteda de la *Simphoricarpo-Juniperetum monticolae* y pastizal de sustitución de la *Trifolio-Bidentetum anthemoidis*.



Foto 5.—Arbusteda de la *Geranio-Baccharidetum confertae*.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, L. —1997— Vegetación, fitogeografía y paleoecología del zacatonal alpino y bosques montanos de la región central de México — Dissertation Thesis, University of Amsterdam. The Netherlands 255 p.
- Almeida, L., Cleef, A., Herrera, A., Velázquez, A. & Luna, I. —1994— El zacatonal alpino del volcán Popocatepetl, México, y su posición en las montañas tropicales de América — *Phytocoenologia* 22: 391-436.
- Almeida, L., G. de Azcárate, J., Cleef, A.M. & González, A. —2003— Las comunidades vegetales del Zacatonal Alpino de los volcanes Popocatepetl y Nevado de Toluca, Región Central de México — *Phytocoenologia*, en prensa.
- Alonso, M. & Arellano, G. —1989— Mariposa Monarca. Su hábitat de hibernación en México — *Ciencias* 15: 6-11.
- Anaya, L. —1962— La vegetación y los suelos de un transecto altitudinal del declive occidental del Iztacihuatl (México) — *INIF. Bol. Téc.* 65. México. 67 p.
- Beaman, J. —1962— The timberlines of Iztacihuatl and Popocatepetl, México — *Ecology* 43: 377-385.
- Bello, M.A. & Labat, J.N. —1987— Los encinos (K) del Estado de Michoacán — CEMCA-SARCH-UNIFAP. Serie II-90. México D.F. 193 p.
- Braun-Blanquet, J. —1979— Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales — Ed. Blume, Madrid. 20 p.
- Brower, L., Castilleja, G., Peralta, A., López, J., Bojórquez, L., Díaz, S., Melgarejo D. & Missrie, M. —2002— Quantitative Changes in Forest Quality in a Principal Overwintering Area of the Monarch Butterfly in Mexico, 1971-1999 — *Conservation Biology* 16 (2): 346-359.
- Calvert, W. & Brower, L. —1986— The location of monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) overwintering colonies in Mexico in relation to topography and climate — *J. Lepidopt. Soc.* 40 (3): 164-187.
- Calvert, W., Malcolm, S., Glendinning, J., Brower, L., Zalucki, M., Hook, T., Anderson, J., & Snook, L. —1989— Conservation biology of monarch butterfly overwintering sites in México — *Vida Silvestre Neotropical* 2: 38-48.
- De Jong, B. & Ruiz-Díaz, M. —1997— La investigación forestal y su contribución al manejo de los bosques de los Altos de Chiapas. In: Parra, M. & Díaz, B. (Eds.) Los altos de Chiapas: Agricultura y crisis rural. I. Los recursos naturales. Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas: 149-165.
- Demant, A. & Robin, C. —1975— Las fases del vulcanismo en México: Una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico — *Rev. Inst. Geol. UNAM* 1: 70-83.
- Demant, A. —1982— Interpretación geodinámica del vulcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano — *Rev. Inst. Geol. UNAM* 5(2): 217-222.
- Detenal —1978— Carta Edafológica. 1:50000, Angangueo E14-A-26 — SPP. México.
- Diario Oficial — 9 de abril, 1980 — Decreto que declara zonas de reserva y refugio silvestre los lugares donde la mariposa inverna y se reproduce — Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.
- Diario Oficial — 6 de octubre, 1986 — Decreto que declara áreas naturales protegidas para fines de migración, invernación y reproducción de la Mariposa Monarca — Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.
- Diario Oficial — 10 de noviembre, 2000 — Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Mariposa Monarca — Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ern, H. —1976— Descripción de la vegetación montañosa de los estados mexicanos de Puebla y Tlaxcala — Ed. Mueller S.A. Santiago de Chile: 128 p.
- Escamilla, M., Almeida, L. & G. de Azcárate, J. —2001— Las comunidades tropicales del volcán Popocatepetl, México, y su relación con el medio — In: Gómez, F. & Mota, J. (Eds.) — Vegetación y cambios climáticos — Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería: 71-84.
- Espejo, A., Brunhuber, J., Segura, G. & Ibarra, J. —1992— La vegetación de la zona de hibernación de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) en la Sierra Chincua - Tulane — *Studies in Zoology and Botany. Supplementary publication* 1: 79-99.
- Farjón, A., P. de la Rosa, J. & Styles, B. —1997— Guía de campo de los pinos de México y América Central — The Royal Botanic Garden, Kew. 151 p.
- Ferrusquía, I. —1998— Geology of Mexico: A synopsis — In: Ramamorthy, T., Bye, R., Lot, A. & Fa, J. (Eds.) Biological diversity of México: origins and distribution — Oxford University Press: 3-108.
- García, E. —1981— Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen — Instituto de Geografía, UNAM, México: 252 p.
- García, E. —1997— Climatología de la zona de hibernación de la mariposa monarca en la Sierra Transvolcánica de México, Inverno 1991-1992 — Serie Varía. N° 16, Instituto de Geografía, UNAM 26 p.
- Gehú, J. M. & Rivas-Martínez, S. —1981— Notions fondamentales de Phytosociologie — In: Tüxen, R. (Ed.), Syntaxonomie — Ber. Int. Sympos. Int. Ver. Veg. Kde.: 5-33. Cramer. Vaduz.
- G. de Azcárate, J. & Ramírez, I. —2003— Análisis fitosociológico de los bosques de oyamel [*Abies religiosa* (H.B.K.) Cham & Schlecht.] de la Sierra de Angangueo, Región Central de México — *Fitosociología* (en prensa).
- Hill, M. —1979— TWINSPLAN: A Fortran program for arranging multivariate data in a ordered two way table by classification of the individuals and attributes — Cornell University, Ithaca, New York: 90 p.
- Ibarra, G. —1983— Comunidades vegetales del Cerro El Cacique. Ubicado en el Eje Neovolcánico; Zitácuaro, Michoacán — Tesis de licenciatura (inéd). Facultad de Ciencias. UNAM, México.
- Islebe, G. & Velázquez, A. —1994— Affinity among mountain ranges in Mesoamerica: A phytogeographical scenario — *Vegetatio* 115: 1-9.
- Islebe, G., Velázquez, A. & Cleef, A.M. —1995— High elevation coniferous vegetation of Guatemala — *Vegetatio* 116: 7-23.
- Jardel, P. —1990— Conservación y uso sostenido de recursos forestales en ecosistemas de montaña — In: Rojas, R. (Coord.) En busca del equilibrio perdido. El uso de los recursos naturales en México — Universidad de Guadalajara. México: 209-235.
- Landa, R., Meave, J. & Carabias, J. —1997— Environmental deterioration in Mexico: an examination of the concept — *Ecol. appl.* 7: 316-329.
- Lauer, W. —1978— Timberline studies in Central México — *Art. Alp. Res.* 10: 383-396.
- Lauer, W. —1981— Ecoclimatological conditions of the Paramo Belt in the Tropical High Mountains — *Mountain Res. Dev.* 1: 209-221.
- Lauer, W. & Klaus, D. —1975— Geoecological investigations on the timberline of Pico de Orizaba, México — *Artic and Alpine Research* 7: 315-330.

- Maarel, E. van der —1979— Multivariate methods in phytosociology, with reference to the Netherlands — In: Werger, M. J. (Ed.) The study of vegetation. Junk. Publ. The Hague: 163-225.
- Madrigal, X. —1967— Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de Oyamel (*Abies religiosa* (H. B. K.) Schl. et Cham.) en el Valle de México — Bol. Técnico. INIF 18: 13-77.
- Madrigal, X. —1970— Caracterización fitoecológica preliminar de los volcanes del Fuego y Nevado de Colima (México). INIF, Boletín divulgativo 31 — INIF. México.
- Madrigal, X. —1994— Características ecológicas generales de la región forestal oriental del estado de Michoacán, México — Universidad Michoacana de San Miguel Hidalgo. 116 p.
- Masera, O., Ordóñez, M.J. & Dirzo, R. —1992— Carbon emissions from deforestation in México: current situation and long term scenarios — In: Makundi, W. & Sathaye, L. (Eds.) Carbon emissions and sequestration in forests: case studies from seven developing countries. University of California Berkeley: 1-49.
- Mejía, M. —1996— Caracterización de las colonias de la mariposa monarca (*Danaus plexippus* L.) en la Reserva Especial de la Biosfera en el estado de Michoacán, México) — Tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Miguel Hidalgo, Morelia. inédito.
- Nieto de Pascual, C. —1986— Síntomas de deterioro del arbolado de la Sierra del Ajusco — Biotica 11 (1): 25-44.
- Nieto de Pascual, C. —1995— Estudio sinecológico del bosque de oyamel en la Cañada de Contreras — Rev. Ci. For. México 20 (77): 3-34.
- Ochoa, S. & González, M. —2000— Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, México — Appl. Geogr. 20: 17-42.
- Perry, J. —1991— The pines of México and Central America — Timber Press, Portland, Oregon. 231 pp.
- Ramírez, I. —2001— Cambios en las cubiertas del suelo en la Sierra de Angangueo, Michoacán y Estado de México, 1971-1994-2000 — Inv. Geogr. 45: 39-55.
- Ramírez, I., G. de Azcárate, J. & Luna, L. —2003— Effects of human activities on monarch butterfly habitat in protected mountain forest — For. Chron. 79(2): 1-5.
- Rivas-Martínez, S., Sánchez-Mata, D. & Costa, M. —1999— North America boreal and western temperate forest vegetation — Itinera Geobot. 12: 5-316.
- Rzedowski, J. —1954— La vegetación del pedregal de San Ángel, D.F. — An. Esc. Nal. Cienc. Biol. 8: 59-121.
- Rzedowski, J. —1994— La vegetación de México — Ed. Limusa. México. 432 pp.
- Rzedowski, J.; Vela, G. & Madrigal, X. —1977— Algunas consideraciones acerca de la dinámica de los bosques de coníferas en México — Ciencia Forestal 5 (2): 15-35.
- Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. —1991— Flora del Bajío y regiones adyacentes — Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México.
- Rzedowski, J. & Calderón de Rzedowski, G. —2001— Flora Fanerogámica del Valle de México — CONABIO-IE. México: 1406 pp.
- SARH —1994— Inventario forestal periódico del estado de Michoacán — Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARCH). Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre. México.
- SEMARNAP —1997— Estrategia integral para el desarrollo sustentable de la región de la Mariposa Monarca. Una propuesta para discusión — Secretaría de Medio Ambiente, recursos naturales y pesca (SEMARNAP). 43 pp.
- Silva, L. C., Romero, F. J., Velázquez, L. & Almeida, L. —1999— La vegetación de la región de montaña del sur de la Cuenca de México — In: Velázquez, A. & Romero, F. J. (Eds.) Biodiversidad de la Región de Montaña del Sur de la Cuenca de México — UAM Xochimilco: 66-87.
- Soto, J. & Vázquez, L. —1993— Vegetation types of monarch butterfly overwintering habitat in Mexico — In: Malcolm S. & Zalucki M. (Eds.). Biology and conservation of the monarch butterfly — Science Papers, N° 38, Natural History Museum, Los Angeles County: 287-293.
- Velázquez, A. —1993— Multivariate análisis of the vegetation of the volcanoes Tláloc and Pelado, México — J. Veg. Sci. 5: 263-270.
- Velázquez, A. & Cleef, A. —1993— The plant communities of the volcanoes Tláloc and Pelado, México — Phytocoen. 22 (2): 145-191.
- Velázquez, A. & Islebe, G. —1995— Comparación fitogeográfica entre las montañas del centro de México y Guatemala — Caldasia 17: 82-85.
- Weber, H.; Moravec, J. & Theurillat, J. —2000— International Code of Phytosociological Nomenclature — J. Veg. Sci. 11: 739-768.
- Werger, M. —1974— On concepts and techniques applied in the Zurich Montpellier method of vegetation survey — Bothalia 11: 309-323.
- Westhoff, V & Maarel, E. —1973— The Braun-Blanquet approach — In: Whittaker, R. (Ed.). Ordination and classification of vegetation — Handbook of vegetation science 5 — Junk, The Hague: 617-726.