

Acta Botánica Mexicana

ISSN: 0187-7151

rosamaria.murillo@inecol.edu.mx

Instituto de Ecología, A.C.

México

Peinado, Manuel; Bartolomé, Carmen; Delgadillo, José; Aguado, Inmaculada  
Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Martir, Baja California, México

Acta Botánica Mexicana, núm. 29, noviembre, 1994, pp. 1 - 30

Instituto de Ecología, A.C.

Pátzcuaro, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57402901>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

PISOS DE VEGETACION DE LA SIERRA DE SAN PEDRO MARTIR,  
BAJA CALIFORNIA, MEXICO

MANUEL PEINADO, CARMEN BARTOLOME

Departamento de Biología Vegetal  
Universidad de Alcalá de Henares  
28871 Alcalá de Henares, España

JOSE DELGADILLO

Facultad de Ciencias  
Universidad Autónoma de Baja California  
Ensenada, B.C. México

E

INMACULADA AGUADO

Departamento de Biología Vegetal  
Universidad de Alcalá de Henares  
28871 Alcalá de Henares, España

RESUMEN

Se describen los pisos de vegetación de la sierra de San Pedro Mártir, Baja California. El estudio se ha realizado mediante fotointerpretación de unidades de vegetación, las cuales se identificaron en el campo como asociaciones empleando técnicas fitosociológicas.

En la sierra de San Pedro Mártir están representados los pisos Inframediterráneo, Termomediterráneo, Mesomediterráneo, Supramediterráneo y Mesotropical. Para cada uno de estos niveles se ofrecen datos sobre sus características climáticas y sobre sus asociaciones dominantes.

ABSTRACT

A description of the belts of vegetation in Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, is made. Belts were discerned from aerial photographs and verified by field reconnaissance in which the sigmatistic phytosociological method was used.

Five belts of vegetation (Inframediterranean, Thermomediterranean, Mesomediterranean, Supramediterranean and Mesotropical) are recognized in San Pedro Mártir. Every belt is defined by means of climatological parameters and dominant plant associations.

## INTRODUCCION

La metodología europea de análisis bioclimático y de clasificación de la vegetación mediante el empleo de los denominados pisos de vegetación, no ha sido utilizada en el continente norteamericano, excepción hecha de la aproximación realizada por Quézel y Shevock (1982), quienes publicaron un ensayo de caracterización altitudinal de Sierra Nevada (California), siguiendo una metodología fitosociológica similar a la usada en este trabajo.

De acuerdo con la bibliografía consultada, no existen estudios previos sobre los pisos de vegetación de Baja California; una aproximación a los mismos fue presentada por Peinado y Delgadillo (1991). Long (1990) publicó un artículo sobre la distribución altitudinal de la vegetación en la vertiente occidental de la sierra de San Pedro Mártir; Passini et al. (1989) trabajaron sobre las formaciones forestales de pinos de las cumbres de esta sierra. Finalmente, Peinado et al. (1994) han realizado un primer mapa de pisos bioclimáticos y una caracterización biogeográfica de Baja California (Fig. 1), cuya terminología es utilizada en este artículo.

La sierra de San Pedro Mártir (SPM; Fig. 1) es el macizo montañoso más elevado de la península de Baja California. Debido a su altitud (3095 m en el Picacho del Diablo) y a su posición geográfica, en SPM aparecen la mayor parte de los ecosistemas de Baja California, excepción hecha de los pertenecientes al piso termotropical que dominan la vegetación de la península al sur de los 28° de latitud. Por ello, el estudio de la cliserie altitudinal de SPM permite analizar en un territorio relativamente poco extenso, el complejo mosaico de la vegetación del norte de Baja California. En el presente artículo se hace una descripción de las principales comunidades de plantas vasculares de esta sierra, agrupándolas de acuerdo con su distribución altitudinal en pisos de vegetación.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio de la vegetación de San Pedro Mártir se ha abordado en sucesivas campañas botánicas a partir de 1989. En las dos primeras, llevadas a cabo en 1989, se realizó el ascenso por la vertiente occidental de SPM, utilizando para ello la carretera que conduce al Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional Autónoma de México, única vía que permite superar los 2800 m de altitud. En estos primeros trabajos se determinaron las plantas vasculares que aparecían en parcelas situadas en intervalos de 200 m de altitud a lo largo del camino, al tiempo que se establecían -mediante el empleo de altímetros convencionales- los límites de distribución altitudinal de los taxa fisionómicamente dominantes.

Cinco expediciones posteriores, efectuadas entre 1990 y 1992, sirvieron para detectar comunidades vegetales, empleando para ello el método fitosociológico de la escuela sigmatista (Braun-Blanquet, 1979). Durante estos años se trabajó también en la elaboración de los diagramas ombroclimáticos de Baja California en general y de SPM en particular, utilizando para ello los registros climáticos suministrados por la delegación en Ensenada de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos y los datos obtenidos de la recopilación de Reyes et al. (1990).

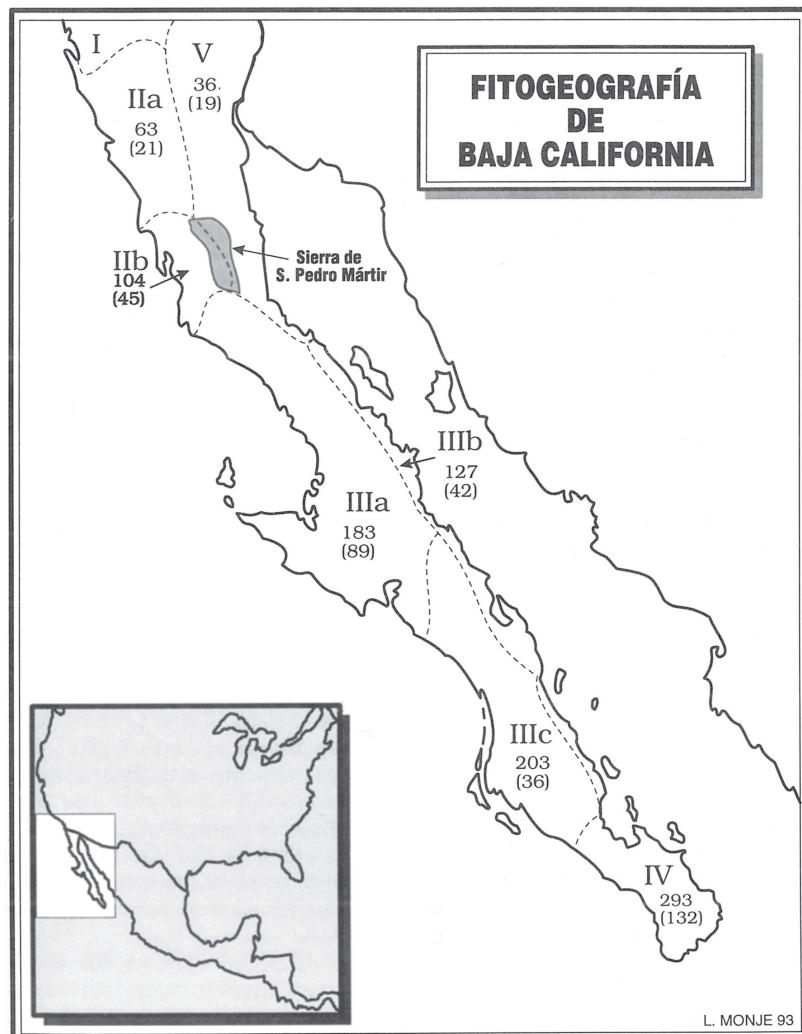


Fig. 1. División fitogeográfica de la península de Baja California. I, provincia Californiano-Meridional, sector Diegano. II, provincia Martirense: IIa, sector Juarezense; IIb, sector Martirense. III, provincia Bajacaliforniana: IIIa, sector Vizcaíno; IIIb, sector Angelino-Loretano; IIIc, sector Magdalenense. IV, provincia Sanlucana, sector Sanlucano. V, provincia Colorada, sector Sanfelipense. Las cifras indican el número de endemismos tanto peninsulares como sectoriales (éstos entre paréntesis) en cada sector. Modificado de Peinado et al. (1994).

En 1992 y 1993 se hizo el levantamiento cartográfico de SPM a escala 1: 50,000, empleando las fotografías del vuelo de 1972 de la Dirección General de Geografía, auxiliado con los mapas geológicos y edafológicos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Con esta cartografía fotointerpretativa se reconocieron una serie de unidades paisajísticas, las cuales -mediante trabajos de campo realizados en la primavera de 1993- fueron traducidas a las asociaciones vegetales que se comentan en este artículo. Los intervalos altitudinales que se dan en el texto para cada una de estas asociaciones o para los pisos de vegetación, se refieren al transecto Cabo Colonet - San Telmo - Rancho Meling - Observatorio Astronómico - San Felipe, y pueden variar en aproximadamente un centenar de metros fuera de este transecto, lo que se debe tomar en cuenta al momento de trabajar con otras fotografías de SPM.

La descripción de las asociaciones está basada en el levantamiento de inventarios fitosociológicos de campo (Braun-Blanquet, 1979), que aparecen en el texto agrupados en cuadros fitosociológicos, cuyos índices son los de abundancia-dominancia; los valores de estos índices fueron publicados con anterioridad en esta misma revista por Delgadillo et al. (1992). La nomenclatura de los taxa sigue generalmente a Wiggins (1980) y Delgadillo (1992). La nomenclatura fitogeográfica es la propuesta por Peinado et al. (1994).

## DESCRIPCION DEL TERRITORIO

### Geología y Edafología

La SPM es la más alta de todas las sierras fundamentalmente batolíticas que constituyen el denominado Sistema Peninsular del sur de California y de Baja California. La sierra está abruptamente limitada por el este mediante un escarpe de falla de hasta 2500 m de desnivel que separa la línea de cumbres de la sierra de los valles aluviales desérticos de las costas del Golfo (Valle Chico y San Felipe). Como puso de manifiesto Hamilton (1971), esta falla es uno de los más importantes escarpes de Norteamérica. Por el oeste, el relieve es menos abrupto y decae progresivamente en altitud hasta alcanzar las costas del Pacífico entre Colonet y El Rosario.

Por el norte, el límite de SPM está netamente marcado por la falla de Agua Blanca, por la que transcurre -en el paso de San Matías- la carretera que une a Ensenada con San Felipe. Al igual que del lado oeste, el sur de SPM es relativamente poco abrupto, y sus laderas van integrándose progresivamente en los terrenos terciarios y cuaternarios situados aproximadamente en la latitud de San Quintín.

Las rocas ígneas que constituyen la mayor parte de los afloramientos de la sierra son principalmente tonalitas y granodioritas (Silver y Chappell, 1988); de hecho, sus mayores altitudes corresponden a una gran intrusión batolítica de granodiorita dentro de un país metasedimentario de origen cretácico, posteriormente elevado en el Cenozoico, hace 14 Ma (Morán Zenteno, 1984). Por consiguiente, el SPM está constituido casi en su totalidad por rocas ígneas extrusivas y, sobre todo, intrusivas de edad cretácica, excepción hecha de los pies de monte, conformados por arrastres aluviales cenozoicos en los que se intercalan algunos basaltos originados durante el vulcanismo cuaternario.

Por la combinación de rocas y por el clima especialmente desfavorable para la edafogénesis, la mayoría de los suelos existentes en la sierra son poco evolucionados, predominando litosoles, regosoles y xerosoles; únicamente en las cumbres de SPM, bajo

los doseles de *Pinus jeffreyi* y *Abies concolor*, encontramos suelos algo más desarrollados del grupo de los cambisoles. Finalmente, en los aluviones cuaternarios hay fluvisoles y aparecen algunos solonetz en los aportes pliocénicos de Cabo Colonet.

En lo que se refiere a la correlación entre comunidades vegetales, suelo y roca base, la superposición de los respectivos mapas de vegetación, edafológico y geológico, ha puesto de relieve que no existe relación entre el área de las comunidades y el sustrato, sino que aquellas están directamente influidas en su distribución por la altitud o la orientación.

#### Climatología

El carácter más distintivo de SPM es la asimetría climática existente entre sus vertientes occidental y oriental. En la primera, son claras las influencias del Océano Pacífico y de la latitud, tanto en lo que se refiere al aporte de nieblas en las tierras bajas como al efecto macroclimático que conduce a la aparición de un clima claramente mediterráneo de veranos secos y calurosos e inviernos relativamente húmedos y fríos. Por el contrario, la vertiente oriental de la sierra, expuesta al clima árido del Golfo de California, queda en sombra de lluvias y muestra diagramas ombrótécnicos típicamente tropical-desérticos.

El gradiente de precipitaciones se aprecia claramente en la serie de estaciones situadas a lo largo del transecto oeste-este de SPM: Vicente Guerrero, en la costa del Pacífico (Altitud= 40 m; P= 163 mm); Santo Domingo (A= 160; P= 252); Santa Cruz (A= 999; P= 304); San Pedro Mártir (A= 2080; P= 518); San Felipe, ya en las costas del Golfo (A= 22; P= 68).

Por otra parte, existe un gradiente térmico latitudinal y altitudinal que permite reconocer cuatro pisos bioclimáticos en la zona de clima mediterráneo (Inframediterráneo, Termomediterráneo, Mesomediterráneo y Supramediterráneo) y otro, el Mesotropical, en la zona de clima tropical-desértico situada al este de la sierra (Fig. 2). Entendemos por pisos bioclimáticos cada uno de los tipos o espacios termoclimáticos que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal (Rivas Martínez, 1987). En la práctica, sobre el terreno, los pisos bioclimáticos se reconocen mediante las comunidades vegetales que presentan correlaciones con determinados intervalos termoclimáticos. Aunque existen fórmulas complejas para delimitar los intervalos de cada piso, un índice sencillo permite discriminálos con bastante precisión; el índice de termicidad (It) definido por Rivas Martínez (1987) se expresa como  $It = (T + M + m)10$ , siendo T la temperatura media anual, M la temperatura media de la máxima del mes más frío y m la temperatura mínima del mes más frío, todas ellas en grados centígrados.

En la península de Baja California reconocemos los siguientes pisos bioclimáticos (Fig. 2): Termotropical (It= 500-700), Mesotropical (It= 320-500), Inframediterráneo (It>470), Termomediterráneo (It= 350-470), Mesomediterráneo (It= 210-350) y Supramediterráneo (It= 70-210). Hay que tener en cuenta que los valores de It son aproximados y pueden ser alterados por factores climáticos locales; por ejemplo, la influencia de la corriente fría de California se deja sentir en las estaciones meteorológicas cercanas a la costa, de forma que el It de estas estaciones resulta ligeramente inferior al valor promedio establecido. En estos casos, es la existencia de plantas o comunidades bioindicadoras la que decide la pertenencia a un determinado piso.

A su vez, para cada piso, y en función de las precipitaciones, se distinguen varios ombroclimas, los cuales se delimitan por intervalos de la precipitación anual en mm (P). En los pisos Termotropical, Mesotropical e Inframediterráneo existen los siguientes

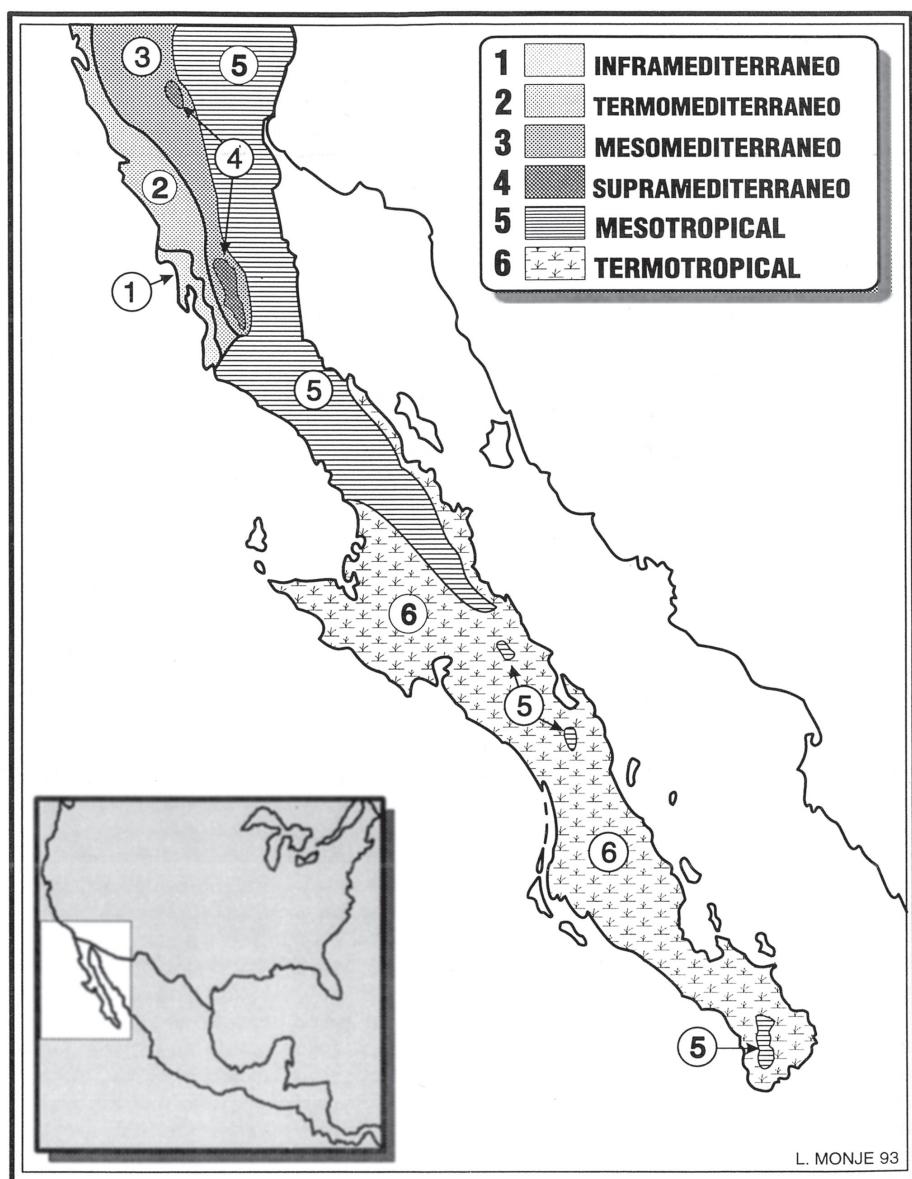


Fig. 2. Distribución aproximada de los pisos bioclimáticos de Baja California. Según Peinado et al., 1994.

ombroclimas: Arido (P= 50-200), Semiárido (P= 200-400) y Seco (P= 400-650). En los pisos Termomediterráneo, Mesomediterráneo y Supramediterráneo existen los ombroclimas Semiárido (P= 160-350), Seco (P= 350-500) y Subhúmedo (P= 500-900). La combinación de pisos bioclimáticos y ombroclimas se refleja en la distribución tanto de plantas como de comunidades vegetales, las cuales en definitiva se manifiestan paisajísticamente como pisos de vegetación o, en grandes territorios, como formaciones fisionómicas. Numerosas plantas y comunidades están perfectamente ceñidas a una determinada combinación termo-ombroclimática y, en consecuencia, pueden usarse como bioindicadores de pisos, ombroclimas o formaciones y, a su vez, de unidades biogeográficas.

## PISOS DE VEGETACION

### Piso Inframediterráneo

Este piso, exclusivo del sector Martirense dentro de la región Californiana, se extiende por una franja costera situada entre los paralelos 30° y 31° N, en altitudes que no sobrepasan los 700 m. Tradicionalmente, la zona ha sido considerada como un área transicional entre ecosistemas mediterráneos y desérticos (Shreve, 1936; Mooney y Harrison, 1972; Axelrod, 1978), por la coexistencia en la comunidad dominante (el denominado matorral costero de suculentas o rosetófilo) de elementos xerofítico-mexicanos y mediterráneos. Más recientemente, Walter (1985) y Peinado et al. (en prensa) han definido la franja como un zonocotono entre zonobiomas tropical-desérticos y mediterráneos.

Las estaciones situadas dentro de este piso muestran, sin embargo, climogramas típicamente mediterráneos. Teniendo en cuenta, además, que la existencia de comunidades estructuralmente dominadas por suculentas y malacófilos mediterráneos son una característica de otras zonas inframediterráneas existentes desde las Canarias hasta el Himalaya (Wildpret y del Arco, 1987), la denominada zona transicional de Baja California debe ser considerada dentro del piso Inframediterráneo.

La vegetación en este piso corresponde esencialmente a dos asociaciones: *Bergerocactus emoryi*-*Agavetum shawii* (Cuadro 1) y *Roso minutifoliae*-*Aesculetum parryi* (Cuadro 2). Aunque ambas están estrechamente relacionadas entre sí por compartir un conjunto notable de taxa, la mayoría de ellos endémicos de esta zona de Baja California (*Echinocereus maritimus*, *Rosa minutifolia*, *Bergerocactus emoryi*, *Agave shawii* ssp. *shawii*), existen entre las dos claras diferencias florísticas, ecológicas y biotípicas.

Cuadro 1. Matorral rosetófilo inframediterráneo (*Bergerocactus emoryi*-*Agavetum shawii* ).

Altitud (m)	120	90	30	120	110	60	110	-	110	120
Area (m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	100	100	100	200	100	100
Número de especies	21	17	22	24	17	19	20	18	20	20
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### *Bergerocactus emoryi*-*Agavetum shawii*

<i>Agave ♦ shawii</i> * (c)	3	2	2	2	2	3	2	2	1	3
<i>Bergerocactus emoryi</i> * (c)	1	2	1	2	2	1	2	+	2	+
<i>Ambrosia chenopodifolia</i> (do)	.	3	3	2	+	2	+	1	3	2

Cuadro 1. Continuación

Altitud (m)	120	90	30	120	110	60	110	-	110	120
Área (m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	100	100	100	200	100	100
Número de especies	21	17	22	24	17	19	20	18	20	20
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Eriogonum ♦ flavoviride</i> (d)	2	1	2	+	2	1	1	.	1	1
<i>Euphorbia misera</i> (do)	2	2	2	2	.	1	2	1	.	2
<i>Simmondsia chinensis</i> (do)	2	.	1	2	2	.	2	1	2	2
<i>Echinocereus maritimus</i> * (c)	1	1	1	1	1	1	.	+	1	.
<i>Rosa minutifolia</i> (d)	3	+	3	3	4	3	3	.	.	.
<i>Artemisia californica</i> (d)	1	2	+	1	+	2	1	.	.	.
<i>Lotus ♦ scoparius</i> (d)	1	.	1	+	+	.	1	.	.	.
<i>Rhus integrifolia</i> (d)	.	.	+	+	.	.	1	+	.	.
<i>Opuntia littoralis</i> (d)	2	+	+	.	.	.	.	.	1	.
<i>Stipa lepida</i> (d)	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.
<i>Ferocactus ♦ fordii</i> * (c)	+	1	1	.	.	+	.	.	.	.
Endemismos de Baja California										
<i>Myrtillocactus cochal</i> *	.	.	1	2	+	.	1	.	.	.
<i>Harfordia macroptera</i> *	.	.	1	1	.	1	.	.	.	.
<i>Aesculus parryi</i> *	.	r	.	.	.	.	.	r	r	.
<i>Idria columnaris</i> *	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3
<i>Cneoridium dumosum</i> *	.	.	.	+	.	.	.	.	1	1
<i>Dudleya ♦ orcuttii</i> *	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
<i>Opuntia rosarica</i> *	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Atriplex julacea</i> *	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eriogonum fastigiatum</i> *	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mammillaria brandegeei</i> *	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Cuscuta veatchii</i> *	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplopappus rosarius</i> *	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Otros táxones xerofítico-mexicanos										
<i>Mammillaria dioica</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Opuntia prolifera</i>	+	2	+	1	+	1	+	1	2	2
<i>Dudleya lanceolata</i>	2	1	1	1	1	.	.	1	.	.
<i>Lycium californicum</i>	.	1	.	1	.	1	+	+	+	.
<i>Ephedra californica</i>	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+
<i>Malvastrum coroneliana</i> 1	1	+	.	+	.	+	.	.	.	1
<i>Machaerocereus gummosus</i>	.	.	2	.	.	2	.	1	.	2
<i>Encelia californica</i>	.	.	.	2	.	+	.	.	2	2
<i>Mirabilis β laevis</i>	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.
<i>Viguiera laciniata</i>	.	.	+	.	.	.	1	.	.	2
<i>Peucephyllum schottii</i>	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.
<i>Solanum hindsianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	2	2
<i>Trixis californica</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
<i>Opuntia β acanthocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Ferocactus β acanthodes</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2
<i>Lycium andersonii</i>	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.

Cuadro 1. Continuación

Altitud (m)	120	90	30	120	110	60	110	-	110	120
Área (m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	100	100	100	200	100	100
Número de especies	21	17	22	24	17	19	20	18	20	20
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Stipa diegoensis</i>	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Selaginella lepidophylla</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Selaginella cinerascens</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Pachycereus pringlei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
<i>Dudleya pulverulenta</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.

Leyenda: (c)- característica de asociación; (d)- diferencial; (do)- dominante; \*- Endemismo de Baja California; ♦ subespecie; ß- variedad. Para los nombres completos de estas dos últimas categorías véase el apéndice florístico de la pág. 28.

Cuadro 2. Chaparral inframediterráneo (*Roso minutifoliae-Aesculetum parryi*).

Altitud (m)	120	170	30	270	200	200	530	60
Área (m <sup>2</sup> )	50	50	50	100	100	100	100	50
Número de especies	6	14	9	4	7	6	4	12
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8

#### *Roso minutifoliae-Aesculetum parryi*

<i>Aesculus parryi</i> * (c)	3	2	3	2	3	3	2	2
<i>Rosa minutifolia</i> (d)	2	4	+	+	2	3	+	2
<i>Pityrogramma</i> ß <i>viscosa</i> (d)	.	.	.	1	1	.	1	1

#### Endemismos de Baja California

<i>Agave</i> ♦ <i>shawii</i> *	3	1	.	.	+	+	.	2
<i>Bergerocactus emoryi</i> *	2	1	+	.	1	.	.	.
<i>Opuntia littoralis</i> *	1	.	.	.	.	+	.	.
<i>Cuscuta</i> <i>veatchi</i> *	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ferocactus</i> ß <i>fordii</i> *	.	.	+	.	.	.	.	.

#### Táxones Xerofítico-Mexicanos

<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	2	.	.	.	2	+	.	.
<i>Euphorbia misera</i>	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Simmondsia chinensis</i>	.	2	.	.	.	.	.	2
<i>Opuntia prolifera</i>	.	+	.	.	.	.	.	.

#### Otros táxones

<i>Malosma laurina</i>	.	.	.	.	.	+	3	2
<i>Ribes tortuosum</i>	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Allium haematochiton</i>	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Artemesia californica</i>	.	2	.	.	.	.	.	.

Cuadro 2. Continuación

Altitud (m)	120	170	30	270	200	200	530	60
Área (m <sup>2</sup> )	50	50	50	100	100	100	100	50
Número de especies	6	14	9	4	7	6	4	12
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Dichelostemma pulchellum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Dudleya cultrata</i>	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Encelia californica</i>	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Eriogonum ♦ fasciculatum</i>	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Grossularia speciosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Haplopappus ♦ tridentatus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Isomeris arborea</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Malacothamnus fasciculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Selaginella cinerascens</i>	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Stipa lepida</i>	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Viguiera laciniata</i>	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex julacea</i> *	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Frankenia palmeri</i>	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Lycium californicum</i>	.	.	4	.	.	.	.	.
<i>Rhus integrifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	4

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

La asociación *Bergerocacto emoryi*-*Agavetum shawii* muestra una menor cantidad de arboíllos (*Fraxinus trifoliata*, *Malosma laurina*, *Rhus integrifolia*, *Aesculus parryi*); los cuales constituyen tan sólo 12.5% de las plantas presentes en los inventarios y representan únicamente 16.8% de la cobertura total de la comunidad, y una clara dominancia de plantas suculentas (41.7% de las plantas y 36.3% de la cobertura). Este hecho indica la mejor adaptación de la comunidad a los biótopos áridos; no obstante, la asociación también contiene numerosos arbustos, tanto de origen xerofítico-mexicano (*Euphorbia misera*, *Solanum hindsianum*, *Ambrosia chenopodifolia*), como mediterráneo (*Artemisia californica*, *Eriogonum fasciculatum*, *Lotus scoparius*), los cuales representan 45.8 de los taxa presentes y 46.9% de la cobertura total. Muchos de estos elementos mediterráneos son plantas oportunistas (Axelrod, 1978), que pueden ser consideradas como bioindicadoras del enorme grado de alteración antrópica que soporan las comunidades en cuestión (Mooney y Harrison, 1972; Westman, 1983; Zedler y Zammit, 1989; O'Leary, 1990). Una buena parte de estas plantas son componentes habituales de los matorrales seriales del *Salvio munzii*-*Artemisieturn californicae* (Cuadro 6), cuyo papel dinámico se comenta en el siguiente apartado.

Por su parte, la asociación *Roso minutifoliae*-*Aesculetum parryi* juega un papel ecológico, dentro del piso Inframediterráneo, como refugio del endemismo local *Aesculus parryi*. Este arbolillo caducifolio de verano es un componente habitual de los chaparrales termomediterráneos de la asociación *Xylococco bicoloris*-*Ornitostaphyletum oppositifoliae*; en el piso Inframediterráneo los requerimientos hídricos de la planta en cuestión hacen que se refugie en zonas microclimáticamente más húmedas o sombrías, hábitats en donde se presenta la asociación *Roso minutifoliae*-*Aesculetum parryi*. El porcentaje de arboíllos en

esta asociación es mucho más elevado (44.4% de las plantas y 44% de la cobertura de la comunidad), mientras que el de suculentas es mucho menor (22.2% de presencia y 19.2 de cobertura).

Por tanto, la vegetación del piso Inframediterráneo está dominada por un mosaico topográfico en el cual el matorral costero de suculentas ocupa los lugares más secos, tales como laderas de solana, pendientes abruptas, litosuelos o acantilados sujetos a la influencia directa de la mareas; por el contrario, las comunidades dominadas por *Aesculus parryi* ocupan sitios con microclima ligeramente más favorable, principalmente laderas de umbría o zonas con acumulación de nieblas.

Los lechos de los arroyos y torrentes secos durante la mayor parte del año, pero que soportan el arrastre estacional de aluviones durante las crecidas invernales, son ocupados por comunidades de nanofanerófitos que pertenecen a la asociación *Hymenocleo monogyrae-Baccharidetum glutinosae* (Cuadro 3), existente también en las ramblas del piso Termomediterráneo. Un hecho de vicaría ecológica interesante dentro de esta asociación es la presencia de taxa introducidos (*Tamarix pentandra*, *Nicotiana glauca*), que en zonas mediterráneas de Eurasia y África juegan el mismo papel ecológico.

Cuadro 3. Matorral infra-termomediterráneo de ramblas (*Hymenocleo monogyrae-Baccharidetum glutinosae*).

	520	780	260	200	220	15	250
Altitud (m)							
Área (m <sup>2</sup> )	10	20	50	50	50	50	40
Número de especies	4	4	4	6	6	8	7
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7

*Hymenocleo monogyrae-Baccharidetum glutinosae*

<i>Hymenoclea monogyra</i> (c)	1	3	4	3	1	3	3
<i>Baccharis glutinosa</i> (c)	3	.	1	1	3	1	1
<i>Tamarix pentandra</i> (d)	+	.	1	1	.	1	1
<i>Nicotiana glauca</i> (d)	.	.	1	.	.	1	1

Otros táxones

<i>Baccharis sarothroides</i>	.	.	.	2	1	+	.
<i>Salsola pestifera</i>	.	1	.	.	.	.	+
<i>Cynodon dactylon</i>	.	1	.	.	.	.	1
<i>Salix lasiolepis</i>	.	.	.	1	1	.	.
<i>Rhus diversiloba</i>	.	.	.	.	1	.	+
<i>Sambucus mexicana</i>	.	.	.	1	.	.	.
<i>Platanus racemosa</i>	.	.	.	.	+	.	.
<i>Ricinus communis</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Salvia mellifera</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Datura discolor</i>	+	.	.	.	.	.	.
<i>Prosopis ß torreyana</i>	.	+	.	.	.	.	.
<i>Encelia californica</i>	.	.	.	.	.	+	.

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

#### Piso Termomediterráneo

En SPM este piso se inicia a los 700 m y puede alcanzar en algunas solanas los 1600 m, mientras que en laderas de umbría no sobrepasa los 1200-1300 m. El cambio de piso es fácilmente visible en las fotografías aéreas por la desaparición del matorral rosetófilo y la aparición de comunidades con mayor biomasa debido a la abundancia de fanerófitos esclerófilos.

Latitudinalmente el piso se inicia al norte del paralelo 31 y se extiende por la costa de Baja California y de California hasta Point Conception (34.5°). Dentro de él se separan en principio dos grandes grupos de comunidades, encinares y chaparrales. Peinado y Delgadillo (1991) consideraron al chaparral esclerófilo californiano como la vegetación clímax en áreas situadas bajo ombroclima semiárido, tanto del piso Termomediterráneo como del Mesomediterráneo. Estos chaparrales, dominados por arbustos esclerófilos siempre verdes, de 2-4 m de altura, juegan el mismo papel sucesional que otras comunidades dominadas por arbustos esclerófilos existentes en países de clima mediterráneo (el maquis francés, la macchia italiana, los coscojares o chaparrales españoles o los matorrales chilenos), es decir, constituyen la clímax en zonas con baja precipitación (ombroclima semiárido) y son etapas sucesionales regresivas de bosques esclerófilos o mixtos en áreas con precipitaciones más elevadas (ombroclimas seco y subhúmedo). Teniendo en cuenta que los requerimientos hídricos para el desarrollo de bosques de encino en el suroeste de Norteamérica son de al menos 18 pulgadas (457 mm) anuales (Arno y Hammerly, 1984), se comprende que éstos sólo son climáticos bajo ombroclima al menos seco, actuando los chaparrales en estas zonas como etapas de degradación antrópica de antiguos bosques climáticos o como comunidades permanentes en biótopos ecológicamente desfavorables. En cambio, cuando la precipitación desciende por debajo de los 350-400 mm anuales, como ocurre en una buena parte del sur de California y en todo el piso Termomediterráneo de Baja California, los bosques son sustituidos por chaparrales climáticos.

Por consiguiente, una de las características de la vegetación climática del piso Termomediterráneo de Baja California en general y de SPM en particular, es la ausencia de formaciones boscosas sobre los suelos climáticos, no sometidos a procesos de hidromorfía. La existencia de bosques de encino en este piso está condicionada por la aparición de humedad edáfica, de forma que los bosques de *Quercus agrifolia* existentes en el noroeste de Baja California aparecen siempre como ripisilvas o asociados a laderas con acumulación de nieblas.

La asociación climática del chaparral termomediterráneo de SPM es la *Xylococco bicoloris-Ornitostaphyleum oppositifoliae* (Cuadro 4), caracterizada tanto por la dominancia de especies esclerófilas y caducifolias por sequía, como por la existencia de algunos endemismos bajacalifornianos como *Aesculus parryi*, *Fraxinus trifoliata*, *Ptelea aptera* y *Xylococcus bicolor*, entre otras.

Las especies esclerófilas y caducifolias por sequía que dominan esta asociación y otras asociaciones climáticas californianas estaban preadaptadas a tolerar incendios, pero no muestran claras adaptaciones al fuego (Zedler y Zammit, 1989) y la estabilidad de sus poblaciones parece depender de períodos largos sin incendios (Keeley et al., 1989; Stohlgren et al., 1989). Por el contrario, la respuesta al fuego del denominado por los autores estadounidenses como "chamise chaparral" (*Adenostometum fasciculati*; Cuadro 5) es muy diferente. Su ciclo reproductivo está claramente adaptado a los incendios y una cierta periodicidad de éstos parece ser esencial para el prolongado mantenimiento de sus poblaciones (Pase, 1982; Hanes, 1988).

Cuadro 4. Chaparral termomediterráneo (*Xylococco bicoloris-Ornitostaphyletum oppositifoliae*).

Altitud (m)	160	140	200	150	460	780	780	290	200	750
Área (m <sup>2</sup> )	100	200	100	80	100	100	100	100	50	100
Número de especies	15	11	18	13	13	6	8	8	10	8
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Xylococco bicoloris-Ornitostaphyletum oppositifoliae</i>										
<i>Ornitostaphylos oppositifolia</i> (c) *	3	3	2	1	2	2	2	3	3	3
<i>Xylococcus bicolor</i> (c) *	3	3	1	+	2	3	3	3	2	2
<i>Malosma laurina</i> (do)	1	2	3	2	+	2	2	2	2	.
<i>Aesculus parryi</i> (do) *	2	2	3	3	1	3	3	2	+	3
<i>Fraxinus trifoliata</i> (do) *	1	.	2	2	3	1	1	+	.	2
<i>Cneoridium dumosum</i> (d) *	1	.	1	1	.	.	.	2	.	.
Táxones de los chaparrales californianos										
<i>Rhammus ♦ crocea</i>	1	.	1	2	.	.	.	+	2	.
<i>Heteromeles arbutifolia</i>	2	.	1	.	1	.	.	.	2	+
<i>Rhus integrifolia</i>	2	3	+	.	2	.	.	.	+	.
<i>Marah macrocarpus</i>	.	1	+	+	.	.	.	.	1	.
<i>KeckIELLA antirrhinoides</i>	.	1	.	.	1	.	.	+	.	2
<i>Adenostoma fasciculatum</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	+	1
<i>Ceanothus verrucosus</i>	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ceanothus oliganthus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ceanothus cuneatus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lonicera β denudata</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus dumosa</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cercocarpus betuloides</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Grossularia speciosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus mexicana</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Otros táxones										
<i>Pityrogramma β viscosa</i>	1	.	+	+	+	1	1	.	.	+
<i>Ptelea aptera</i> *	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia californica</i>	.	.	.	2	+	.	.	.	.	.
<i>Pellaea mucronulata</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
<i>Carex triquetra</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Adiantum jordanii</i>	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Allium haematochiton</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaebatia australis</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Galium andrewsii</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium porringens</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa fendleriana</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Pterostegia drymariooides</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus agrifolia</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stipa diegoensis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1. Los inventarios proceden de varias localidades de Baja California; los números 6, 7 y 10, del transecto de SPM.

Cuadro 5. Chaparrales pirófilos (*Adenostometum fasciculati*).

Altitud (m)	1020	780	950	460	300	920	680	150	200	320
Área (m <sup>2</sup> )	200	80	100	50	50	100	50	50	50	60
Número de especies	5	8	11	6	6	9	7	9	14	12
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

*Adenostometum fasciculati*

<i>Adenostoma fasciculatum</i> (c)	3	4	3	3	3	2	4	2	2	4
<i>Yucca schidigera</i> (d)	+	1	+	.	.	.	.	.	.	1

Táxones vestigiales de la clímax (*Xylococco-Ornitostaphyletum oppositifoliae*)

<i>Xylococcus bicolor</i> *	.	+	2	1	.	.	1	2	4	1
<i>Malosma laurina</i>	.	.	1	1	.	.	1	1	3	.
<i>Ornitostaphylos oppositifolia</i> *	.	2	1	2	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera B. denudata</i>	.	+	2	.	.	1	.	.	.	.
<i>Prunus ilicifolia</i>	.	2	1	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cneoridium dumosum</i>	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.
<i>Ceanothus cuneatus</i>	.	.	.	2	.	.	.	2	.	.
<i>Rhus ovata</i>	.	.	+	.	.	2	.	.	.	.
<i>Ceanothus oliganthus</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	+	.
<i>Arctostaphylos glauca</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1
<i>Aesculus parryi</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Arctostaphylos pungens</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Ceanothus verrucosus</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Garrya veatchii</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Ceanothus leucodermis</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Sambucus mexicana</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Quercus agrifolia</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Quercus dumosa</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Lonicera B. johnstonii</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Otros táxones

<i>Mimulus puniceus</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.
<i>Eriogonum ♦ fasciculatum</i>	.	.	.	.	2	1	.	.	2	.
<i>Eriodictyon trichocalyx</i>	.	+	.	.	.	.	.	1	2	.
<i>Artemisia tridentata</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia californica</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
<i>Helianthemum scoparium</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Adenostoma sparsifolium</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eriophyllum confertiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
<i>Eriodictyon angustifolium</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex triquetra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Lotus scoparius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Nolina palmeri</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Stipa diegoensis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Dendromecon rigida</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Salvia apiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.

Cuadro 5. Continuación

Altitud (m)	1020	780	950	460	300	920	680	150	200	320
Área (m <sup>2</sup> )	200	80	100	50	50	100	50	50	50	60
Número de especies	5	8	11	6	6	9	7	9	14	12
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Pellaea mucronulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Bloomeria crocea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Stipa lepida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Calochortus splendens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Sisyrinchium bellum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

La composición florística de la asociación refleja con claridad esta circunstancia: casi 70% de la cobertura de la asociación corresponde al arbusto pionero y pirófilo *Adenostoma fasciculatum*; el resto de los taxa son plantas que habitan áreas que no han sufrido incendios recientes y que representan la lenta regeneración de la clímax climática de chaparral (*Xylococco bicoloris-Ornitostaphyletum oppositifoliae*), particularmente en las laderas orientadas al norte.

La mayoría de los estudios sobre los chaparrales californianos han considerado su evolución dinámica desde un punto de vista estrechamente relacionado con la sucesión tras el fuego; no obstante, de acuerdo con Zedler y Zammit (1989), hay otro aspecto sucesional que no ha sido estudiado en California, el de la sucesión secundaria motivada por la actividad humana. La degradación antropógena en ecosistemas mediterráneos euroasiáticos y africanos es bien conocida y marcada por una serie de comunidades vegetales definidas; algunas clases fitosociológicas como *Ononio-Rosmarinetea officinalis*, *Cisto-Lavanduletea*, *Calluno-Ulicetea* y *Cytisetea scopario-striatae* agrupan a la vegetación arbustiva de degradación. En las zonas de clima mediterráneo del sur de California y de Baja California, cuando se altera un ecosistema por prácticas agrícolas, forestales o ganaderas, se produce la aparición de una cubierta vegetal dominada por *Eriogonum fasciculatum*, *Artemisia californica*, *Lotus scoparius* y diferentes especies de *Salvia*, entre otros arbustos, que debe ser considerada como vicaria de otras agrupaciones afro-euroasiáticas existentes bajo clima mediterráneo. Tales comunidades son denominadas "coastal sage scrub" o "soft chaparral" en California y matorrales costeros en Baja California.

Por otro lado, aunque estas asociaciones representan etapas seriales en lugares alterados, también constituyen un tipo de vegetación permanente en hábitats específicos, particularmente en laderas de solana, biótopos abruptos, áreas con litosuelos y pendientes pronunciadas (Axelrod, 1978). Debido a ello, los mencionados matorrales son capaces de mantenerse sin aparente evolución en zonas que no han sido alteradas o pastoreadas durante décadas (Bradbury, 1978; Kirkpatrick y Hutchinson, 1980).

En los pisos Inframediterráneo y Termomediterráneo de SPM el matorral costero está representado por la asociación *Salvio munzii-Artemisietum californicae* (Cuadro 6), que actúa de etapa de degradación tanto del matorral rosetófilo como del chaparral termomediterráneo.

Cuadro 6. Matorral infra-termomediterráneo (*Salvio munzii-Artemisietum californicae*).

Altitud (m)	100	100	270	200	200	220	220	200	530	100
Área (m <sup>2</sup> )	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Número de especies	4	11	10	8	7	13	12	8	10	7
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

*Salvio munzii-Artemisietum californicae*

<i>Artemisia californica</i> (do)	2	1	3	2	2	2	2	3	3	2
<i>Salvia munzii</i> (c)	3	2	2	2	2	3	3	2	3	+
<i>Viguiera laciniata</i> (d)	.	1	.	1	2	3	2	1	2	1
<i>Eriogonum ♦ fasciculatum</i> (do)	1	+	.	.	2	1	1	1	2	2
<i>Euphorbia misera</i> (d)	3	.	.	2	+	+	+	+	+	3
<i>Simmondsia chinensis</i> (d)	.	+	1	2	.	+	1	.	.	2

Otros taxones

<i>Marah macrocarpus</i>	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.
<i>Mirabilis ♀ laevis</i>	.	.	1	1	.	1	+	.	.	.
<i>Prunus fremontii</i>	.	+	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Lotus ♦ scoparius</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	1	.
<i>Cneoridium dumosum</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	1	.
<i>Baccharis sarothroides</i>	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.
<i>Lycium californicum</i>	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ephedra californica</i>	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dudleya brittonii</i>	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus trifoliata</i> *	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.
<i>Trixis californica</i>	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Encelia californica</i>	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Bergerocactus emoryi</i> *	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Eriodictyon trichocalyx</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Ferocactus ♀ gracilis</i> *	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplopappus ♦ tridentatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Harfordia macroptera</i> *	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Nolina palmeri</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Opuntia cholla</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stipa diegoensis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

Piso Mesomediterráneo

El piso Mesomediterráneo de Baja California, en el cual los ombroclimas oscilan entre el árido (únicamente en la vertiente oriental) y el semiárido, está típicamente dominado por coníferas heliófilas (*Pinus monophylla* y *P. quadrifolia*), que forman bosquetes abiertos entre los 1300 y los 2000 m.

Una de las peculiaridades del piso Mesomediterráneo de Baja California y de algunas montañas meridionales de California (San Jacinto) son los bosques de *Pinus quadrifolia*

con sotobosque de *Adenostoma sparsifolium* (*Adenostomo sparsifolii-Pinetum quadrifoliae*; Cuadro 7). La asociación presenta dos aspectos bien marcados. Uno de ellos, más cercano al estado original de la comunidad, está representado por los inventarios 1, 3 y 7, y aparece como un bosque abierto de *P. quadrifolia* sobre un estrato subordinado de *Adenostoma sparsifolium* y *Juniperus californica*. Por acción del fuego, lo que parece haber sido extraordinariamente frecuente, la comunidad evoluciona hacia una facies de *A. sparsifolium* en la que los pinos quedan como individuos aislados (inventarios 6 y 9) o llegan a faltar por completo (inventario 8). Nótese en este último la abundancia del también pirófilo *Adenostoma fasciculatum*. Por último, el inventario 1 está tomado en el límite altitudinal en SPM de *Pinus quadrifolia*, donde el pinar mesomediterráneo se enriquece con elementos supramediterráneos como *Pinus jeffreyi*, *Arctostaphylos platyphylla* y otros. Ejemplares aislados de *Pinus quadrifolia* alcanzan los 2700 m cerca del observatorio (Minnich, 1987), pero por lo general es un árbol muy escaso en el piso Supramediterráneo.

Cuadro 7. Pinares mesomediterráneos (*Adenostomo sparsifolii-Pinetum quadrifoliae*).

Altitud (m)	2370	1150	1200	1200	1230	1130	1300	1470	1300
Área (m <sup>2</sup> )	100	300	300	200	200	200	200	200	200
Número de especies	12	13	11	8	4	11	9	4	4
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9

*Adenostomo sparsifolii-Pinetum quadrifoliae*

<i>Pinus quadrifolia</i> (c)	3	3	4	1	1	+	4	.	1
<i>Adenostoma sparsifolium</i> (c)	.	3	1	1	.	3	2	3	4
<i>Juniperus californica</i> (c)	.	3	1	2	+	+	2	.	.

*Adenostomo sparsifolii-Pinetum quadrifoliae* var. de *Pinus jeffreyi*

<i>Pinus jeffreyi</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pellaea mucronata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia pachyphylla</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Monardella linoides</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca ovina</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eriogonum elegans</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctostaphylos ♦ platyphylla</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.

Otros táxones

<i>Rhus ovata</i>	.	1	1	+	.	+	1	.	.
<i>Arctostaphylos drupacea</i>	+	2	.	.	.	.	.	1	1
<i>Yucca ♦ whipplei</i>	2	.	1	+	.	.	+	.	.
<i>Adenostoma fasciculatum</i>	.	2	+	1	.	.	.	3	.
<i>Yucca schidigera</i>	.	2	2	.	+	1	.	.	.
<i>Arctostaphylos peninsularis</i> *	.	.	1	1	.	3	.	.	.
<i>Opuntia</i> B. <i>acanthocarpa</i>	.	1	1	+	.	.	.	.	.
<i>Prunus ilicifolia</i>	.	+	.	.	.	2	.	.	.
<i>Garrya grisea</i> *	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phlox austromontana</i>	1	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Arctostaphylos glauca</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ferocactus viridescens</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.

Cuadro 7. Continuación

Altitud (m)	2370	1150	1200	1200	1230	1130	1300	1470	1300
Área (m <sup>2</sup> )	100	300	300	200	200	200	200	200	200
Número de especies	12	13	11	8	4	11	9	4	4
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Agave</i> ♦ <i>deserti</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus</i> <i>turbinella</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Berberis</i> <i>higginsiae</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.
<i>Quercus</i> <i>dumosa</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Cercocarpus</i> <i>betuloides</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Ceanothus</i> <i>spinosus</i>	.	.	.	.	+	3	.	.	.
<i>Heteromeles</i> <i>arbutifolia</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Pinus</i> <i>monophylla</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera</i> <i>johnstonii</i>	.	.	.	.	.	2	1	.	.

Leyenda: para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

Los bosques abiertos de *Pinus monophylla* con algunos enebros (*Juniperus californica*, *J. osteosperma*) son un tipo de vegetación común en todas las fachadas orientales que miran al desierto desde San Pedro Mártir hasta las Montañas Rocosas, bordeando altitudinalmente formaciones tanto de desierto neotropical (Desierto de Sonora) como holártico (Gran Cuenca). La distribución actual de estos bosques a lo largo de los márgenes de los desiertos norteamericanos refleja su antigua área de expansión en las épocas glaciares del Wisconsiniano (Van Devender et al., 1987), en las que ocuparon las tierras bajas de los actuales desiertos.

En SPM, este tipo de bosques (Cuadro 9) se presenta en la vertiente oriental de la sierra, bajo condiciones ombroclimáticas árido-semiáridas, formando un cinturón de vegetación entre los matorrales mesotropicales de *Agave deserti* y los bosques densos suprameditáneos de *Pinus jeffreyi* y *Abies concolor*, que los sustituyen altitudinalmente. El cuadro 9 recoge la composición florística de tales pinares mediante inventarios tomados en diferentes localidades de Baja California y de California; en todos ellos puede apreciarse que la comunidad está dominada por un estrato arbóreo de *P. monophylla*, al que se subordinan tanto taxa de distribución climática fundamentalmente mediterránea como algunas suculentas xerofítico-mexicanas.

La distribución de *P. monophylla* y *P. quadrifolia* en Baja California refleja los requerimientos ombrohidráticos de ambos taxa. Los dos son elementos mesomediterráneos, pero el primero habita preferentemente bajo ombroclima árido-semiárido; de ahí que las mejores poblaciones ocupen de forma más o menos continua los flancos orientales de las sierras de Juárez y SPM, bordeando altitudinalmente los matorrales mesotropicales (*Echinocereus engelmannii*-*Agavetum deserti*). Por su parte, *P. quadrifolia* habita preferentemente bajo ombroclima semiárido o seco inferior, por lo que los mejores bosques se encuentran también en el piso Mesomediterráneo pero en exposiciones oeste, que reciben la humedad del Pacífico. Aunque no se refleje en nuestros inventarios, ambos taxa pueden entrar en contacto, sobre todo en los límites altitudinales mesomediterráneos del escarpe

oriental de SPM, inmediatamente por debajo de los bosques supramediterráneos de coníferas, donde se inicia el efecto de sombra de lluvia y se produce por consiguiente la transición entre los ombroclimas seco y semiárido. Es en estos puntos de SPM, principalmente entre Cerro Venado Blanco y el arroyo El Cajón, donde Minnich (1987) señala la presencia de bosques de *P. quadrifolia* en la vertiente este; la fotografía aérea de la zona muestra un mosaico topográfico en el cual los bosques de *P. quadrifolia* ocupan las posiciones orientadas al norte, mientras que los de *P. monophylla*, mucho más abiertos y sin producir condiciones nemoriales, se localizan en las laderas de solana. La ausencia de caminos transitables y lo escarpado de las laderas nos ha impedido inventariar estos bosques, cuya existencia es fácilmente deducible por fotointerpretación.

En la mayor parte del piso Mesomediterráneo del suroeste de Norteamérica la vegetación climática está constituida por encinares de *Quercus agrifolia*, los cuales, como se dijo anteriormente, necesitan de un ombroclima al menos seco. Dado que este ombroclima sólo existe en Baja California dentro del piso Supramediterráneo, se comprende que los encinares sólo aparezcan en SPM formando bosquecillos de galería sobre algunos fluvisoles con ligera hidromorfía tanto del piso Termomediterráneo como Mesomediterráneo (*Lonicero-Quercetum agrifoliae*; Cuadro 8). En este cuadro se han reunido 10 inventarios procedentes de otros tantos bosques de Baja California, que dan una idea de la composición florística de esta comunidad en la que domina *Quercus agrifolia* de forma casi exclusiva. Los ocho primeros corresponden a la variante termomediterránea de la asociación, en la que existen algunos taxa termófilos como *Malosma laurina*, que no se observan en la variante mesomediterránea (inventarios 9-10; ambos procedentes de SPM), en la que por el contrario aparecen elementos de óptimo mesomediterráneo que no se presentan en la variante termófila. Entre las dos se produce una clara vicarianza a nivel del arbusto trepador *Lonicera subspicata*: la variedad *denudata* es propia del piso termomediterráneo, mientras que la variedad *johnstonii* es típicamente mesomediterránea.

Cuadro 8. Encinares termo-mesomediterráneos (*Lonicero-Quercetum agrifoliae*).

Altitud (m)	320	260	100	230	450	210	390	600	210	1850
Area (m <sup>2</sup> )	200	200	100	100	100	150	100	100	150	100
Número de especies	12	7	9	11	6	11	8	4	5	13
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

*Lonicero-Quercetum agrifoliae* termomediterráneo

<i>Quercus agrifolia</i> (c)	4	4	4	3	5	5	5	4	5	4
<i>Malosma laurina</i> (c)	1	3	1	1	2	2	2	1	.	.
<i>Heteromeles arbutifolia</i> (do)	2	.	2	.	2	3	.	.	.	1
<i>Lonicera</i> ß <i>denudata</i> (c)	1	2	1	+	.	2	.	.	.	.

*Lonicero-Quercetum agrifoliae* mesomediterráneo

<i>Adenostoma sparsifolium</i> (d)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Rhus</i> ß <i>anisophylla</i> (d)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Lonicera</i> ß <i>johnstonii</i> (c)	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Rhamnus californica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2

Cuadro 8. Continuación

Altitud (m)	320	260	100	230	450	210	390	600	210	1850
Área (m <sup>2</sup> )	200	200	100	100	100	150	100	100	150	100
Número de especies	12	7	9	11	6	11	8	4	5	13
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Arctostaphylos peninsularis</i> (d) *	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Garrya grisea</i> (d) *	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pinus quadrifolia</i> (d)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lonicero-Quercetum agrifoliae</i> var. de <i>Platanus racemosa</i>										
<i>Platanus racemosa</i> (c)	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.
Táxones nemoriales										
<i>Adiantum jordanii</i>	1	.	+	.	.	1	.	.	.	.
<i>Rhus diversiloba</i>	.	.	.	.	2	.	2	.	.	.
<i>Pteridium ß lanuginosum</i>	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melica imperfecta</i>	.	.	.	.	.	2	+	.	.	.
<i>Grossularia speciosa</i>	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.
<i>Dentaria californica</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris arguta</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Solidago californica</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Polypodium californicum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Táxones de los chaparrales										
<i>Rhus integrifolia</i>	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ribes viburnifolium</i>	2	.	.	.	1	.	+	.	.	.
<i>Ceanothus spinosus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	1	+
<i>Ceanothus leucodermis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Adenostoma fasciculatum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Sambucus mexicana</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Rhamnus ♦ crocea</i>	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.
<i>Aesculus parryi</i> *	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
<i>Fraxinus trifoliata</i> *	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ceanothus verrucosus</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clematis lasiantha</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Marah macrocarpus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Rhamnus ♦ insula</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	+
Otros táxones										
<i>Artemisia californica</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mimulus aurantiacus</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Mimulus puniceus</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Opuntia littoralis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.

Leyenda: para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

Cuadro 9. Pinares mesomediterráneos árido-semiáridos (*Juniperus californicae-Pinetum monophyllae*).

Altitud (m)	1230	1450	1550	970	1300	1320	1200	1240	1600	1590
Área m <sup>2</sup>	100	100	50	200	200	200	100	100	200	200
Número de especies	12	10	3	9	11	8	11	3	16	7
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

*Juniperus californicae-Pinetum monophyllae*

<i>Pinus monophylla</i> (c)	+	3	4	3	3	3	3	4	3	3
<i>Juniperus californica</i> (c)	2	3	.	1	.	2	1	3	2	2

## Táxones californianos

<i>Quercus turbinella</i>	2	3	.	+	2	.	3	.	.	2
<i>Rhus ovata</i>	.	.	.	1	.	.	2	.	.	1
<i>Coleogyne ramosissima</i>	+	2	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Prunus fasciculatus</i>	1	.	.	.	2	2	.	.	.	.
<i>Rhus B. anisophylla</i>	.	.	.	.	+	2	.	.	.	1
<i>Stipa speciosa</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.
<i>Purshia glandulosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Salvia dorrii</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Prunus fremontii</i>	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.
<i>Haplopappus cuneatus</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Eriogonum ♦ fasciculatum</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Haplopappus cooperi</i>	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia apiana</i>	.	.	.	.	1	.	2	.	.	.
<i>Salazaria mexicana</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.
<i>Rhamnus ♦ crocea</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Juniperus osteosperma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Ephedra viridis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Haplopappus linearifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Gutierrezia sarothrae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.

## Táxones xerofítico-mexicanos

<i>Opuntia basilaris</i>	+	+	.	.	+	.	1	.	1	+
<i>Opuntia B. echinocarpa</i>	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Yucca schidigera</i>	2	.	2	.	.	.	1	.	.	.
<i>Opuntia B. acanthocarpa</i>	.	.	1	.	.	.	1	.	1	.
<i>Agave ♦ deserti</i>	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.
<i>Opuntia bigelovii</i>	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.
<i>Mirabilis troebelii</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.
<i>Coryphantha vivipara</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hilaria rigida</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Opuntia chlorotica</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Echinocereus triglochidiatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Eriogonum foliolosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Opuntia erinacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Yucca brevifolia</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Opuntia polyacantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

Por último, dadas las apetencias higrófilas de *Q. agrifolia*, en ocasiones aparece formando bosques mixtos con el caducifolio *Platanus racemosa* (inventarios 7 y 8).

Piso Supramediterráneo

Por encima de los 2000 m, la fotografía aérea muestra una aparición brusca de formaciones forestales dominadas por grandes coníferas (*Pinus jeffreyi*, *Pinus murrayana*, *Abies concolor*, *Calocedrus decurrens*), las mismas que, enriquecidas en otros taxa, constituyen la vegetación climática del piso Supramediterráneo desde SPM hasta el norte de Sierra Nevada. A diferencia de los bosques supramediterráneos de coníferas de Sierra Nevada, en SPM falta el elemento caducifolio *Quercus kelloggii*, lo que probablemente se deba a la escasa precipitación. Por el contrario, *Quercus chrysolepis* un esclerófilo que en Sierra Nevada ocupa preferentemente el piso Mesomediterráneo, es exclusivo en SPM del piso Supramediterráneo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Pinares supramediterráneos (*Arctostaphylo platyphyllae-Pinetum jeffreyi*).

Altitud (m)	2300	2400	2300	2200	2000	2500	2600	2250	2300	2250
Área (m <sup>2</sup> )	100	150	150	150	100	100	300	200	200	200
Número de especies	11	12	11	8	9	12	7	5	7	7
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

*Arctostaphylo platyphyllae-Pinetum jeffreyi*

<i>Pinus jeffreyi</i> (do)	3	3	3	2	3	4	2	4	3	3
<i>Arctostaphylos</i> ♦ <i>platyphylla</i> (c) *	3	3	.	2	3	2	+	2	1	3
<i>Abies concolor</i> (do)	3	3	3	4	.	3	4	4	.	2
<i>Symphoricarpos oreophilus</i> (d)	2	1	+	.	.	1	2	2	+	.
<i>Holodiscus</i> β <i>sericeus</i> (d)	1	+	1	+	.	.	+	.	.	.
<i>Pinus lambertiana</i> (do)	.	3	1	2	.	.	.	.	.	1
<i>Phoradendron</i> ♦ <i>pauciflorum</i> (c)	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+
<i>Quercus chrysolepis</i> (d)	.	2	.	.	.	1	.	2	2	.
<i>Galium martirense</i> (c) *	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calocedrus decurrens</i> (do)	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.

Táxones nemoriales

<i>Monardella macrantha</i>	1	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Saxifraga arguta</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus ciliatus</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cheilanthes wootoni</i>	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Solidago californica</i>	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Silene platyota</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Hieracium albiflorum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Lupinus excurbitus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Otros táxones

<i>Eriogonum elegans</i>	.	1	1	.	.	1	.	.	.	.
<i>Ceanothus leucodermis</i>	.	.	2	2	.	.	.	.	.	2

Cuadro 10. Continuación

Altitud (m)	2300	2400	2300	2200	2000	2500	2600	2250	2300	2250
Área (m <sup>2</sup> )	100	150	150	150	100	100	300	200	200	200
Número de especies	11	12	11	8	9	12	7	5	7	7
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Phlox austromontana</i>	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Amorpha californica</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.
<i>Yucca whipplei</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.
<i>Euphorbia palmeri</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia pachyphyllea</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctostaphylos peninsularis</i> *	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Adenostoma fasciculatum</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Haplopappus martirensis</i> *	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Eriodictyon angustifolium</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Yucca schidigera</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Garrya grisea</i> *	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas, véase el Cuadro 1.

Aunque bastante monótonos en su aspecto, dentro de estas comunidades supramediterráneas son distinguibles dos asociaciones: *Arctostaphylo platyphyllae-Pinetum jeffreyi* (Cuadro 10), que constituye el bosque clímax sobre cambisoles sin humedad edáfica y *Potentillo rimicola-Pinetum murrayanae*, que forma bosques poco extensos sobre fluvisoles originados por la acumulación estacional de agua (Cuadro 11).

Cuadro 11. Pinares supramediterráneos edafohigrófilos (*Potentillo rimicola-Pinetum murrayanae*).

Altitud (m)	2350	2320	2100	2300	2200
Área (m <sup>2</sup> )	200	200	200	300	100
Número de especies	8	7	6	3	6
Número de orden	1	2	3	4	5

#### *Potentillo rimicola-Pinetum murrayanae*

<i>Pinus murrayana</i> (do)	3	4	4	3	1
<i>Pinus jeffreyi</i> (do)	3	3	+	2	+
<i>Symporicarpos oreophilus</i> (d)	1	+	.	2	2
<i>Potentilla</i> ß <i>rimicola</i> (c)	1	+	1	.	.
<i>Carex brevipes</i> (c)	.	.	2	.	+
<i>Achillea</i> ß <i>californica</i> (c)	1	1	+	.	.
<i>Populus tremuloides</i> (do)	3	.	.	.	5

#### Otros táxones

<i>Phlox austromontana</i>	+	+	1	.	.
<i>Eriogonum elegans</i>	+	1	.	.	.
<i>Amorpha californica</i>	.	.	.	.	+

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas, véase el Cuadro 1.

En la primera asociación, el elemento dominante es *Pinus jeffreyi*, un taxón fundamentalmente suprameditáneo que, ocasionalmente, puede introducirse dentro del piso Mesomediterráneo siguiendo los arroyos hasta los 1400 m. *Pinus lambertiana* es menos frecuente, aunque se vuelve progresivamente dominante a mayores altitudes y en exposiciones norte (inventarios 2 y 4); *Abies concolor* es común por encima de los 2200 m (de ahí su ausencia en el inventario 5) y, al igual que *P. lambertiana*, parece preferir las exposiciones de umbría y las mayores altitudes, incluyendo la cota máxima del Picacho del Diablo. Por su parte, *Calocedrus decurrens* es el árbol más raro en la comunidad y también el que alcanza un tamaño mayor (hasta 45 m); por lo general, parece preferir suelos con alguna humedad edáfica, marcando la ecotónia con los bosques sobre fluvisoles de *Pinus murrayana*.

*Pinus murrayana* es un elemento fundamentalmente oromediterráneo en las montañas de Sierra Nevada en California. No obstante, por la inversión climática que se produce en los fondos de algunos valles de SPM (Minnich, 1987), puede aparecer formando pequeños bosques en la cercanía de suelos con hidromorfía producida por efecto del deshielo. En estas comunidades (*Potentillo rimicola-Pinetum murrayanae*) es común asimismo *P. jeffreyi*, aunque por lo general de menor talla y subordinado al pino dominante. *Populus tremuloides* puede ser también un conspícuo miembro de la asociación, matizando posiciones ecológicas con agua permanente incluso durante el verano. Algunas herbáceas higrófilas como *Potentilla rimicola* y *Carex brevipes* son características de esta asociación.

#### Piso Mesotropical

Este piso es el más extendido en el norte de la región Xerofítico-Mexicana y en él se incluye la mayor parte de los desiertos de Sonora y Mojave. En SPM, está representado en la vertiente oriental de la sierra, entre el nivel del mar en el Golfo de California y los 800-900 m, siempre bajo condiciones de ombroclima árido. Son dos las comunidades dominantes: *Fouquierio splendentis-Larreetum tridentatae* (Cuadro 12) y *Echinocereo engelmannii-Agavetum deserti* (Cuadro 13). Debido a la combinación de altas temperaturas, bajas precipitaciones y escaso desarrollo de los suelos (fluvisoles y regosoles sobre aluviones cuaternarios de textura gruesa), ambas asociaciones son típicamente abiertas y florísticamente simples, reflejando la intensa competencia por los escasos recursos hídricos. No obstante, tienen nichos ecológicos muy diferentes; *Echinocereo engelmannii-Agavetum deserti* ocupa los grandes bloques de granodioritas cretácicas existentes entre los 900 y los 500 m; estos bloques rocosos determinan microclimas dentro del área de la asociación, lo que permite la entrada de un numeroso y heterogéneo cortejo de plantas.

Cuadro 12. Matorral mesotropical de gobernadora (*Fouquierio splendentis-Larreetum tridentatae*).

Altitud (m)	20	30	180	80	560	90	560	600	250	700
Área (m <sup>2</sup> )	200	50	200	100	100	100	100	100	100	100
Número de especies	4	4	6	5	8	4	4	8	6	8
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### *Fouquierio splendentis-Larreetum tridentatae*

<i>Fouquieria splendens</i> (d)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Larrea tridentata</i> (do)	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1
<i>Ambrosia dumosa</i> (do)	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Cuadro 12. Continuación

Altitud (m)	20	30	180	80	560	90	560	600	250	700
Área (m <sup>2</sup> )	200	50	200	100	100	100	100	100	100	100
Número de especies	4	4	6	5	8	4	4	8	6	8
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## Táxones xerofítico-mexicanos

<i>Opuntia</i> ♀ <i>acanthocarpa</i>	.	+	+	1	+	.	.	1	+	.
<i>Encelia</i> ♀ <i>farinosa</i>	.	.	2	1	.	.	.	.	.	1
<i>Simmondsia chinensis</i>	.	.	.	.	+	.	1	2	.	.
<i>Opuntia</i> ♀ <i>echinocarpa</i>	.	.	1	.	1	+	.	.	.	.
<i>Hilaria rigidula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Eriogonum</i> ♀ <i>flavoviride</i>	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.
<i>Yucca schidigera</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Lophocereus schottii</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lycium andersonii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Krameria</i> ♀ <i>imparata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Krameria grayi</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hyptis</i> ♀ <i>emoryi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Opuntia littoralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Trixis californica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

Cuadro 13. Matorral mesotropical (*Echinocereo engelmannii*-*Agavetum deserti*).

Altitud (m)	530	600	700	700	550	500	970	1100	740	710
Área (m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Número de especies	15	14	16	19	16	16	14	12	16	19
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

*Echinocereo engelmannii*-*Agavetum deserti*

<i>Echinocereus engelmannii</i> (c)	+	1	+	1	1	1	1	+	1	+
<i>Agave</i> ♀ <i>deserti</i> (c)	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
<i>Ferocactus</i> ♀ <i>acanthodes</i> (do)	+	+	1	1	.	+	1	1	1	1

## Otros táxones xerofítico-mexicanos

<i>Ambrosia dumosa</i>	1	2	1	1	1	1	1	.	2	2
<i>Fouquieria splendens</i>	1	2	.	1	1	1	.	.	2	2
<i>Opuntia</i> ♀ <i>acanthocarpa</i>	.	.	.	1	1	1	1	1	1	2
<i>Encelia</i> ♀ <i>farinosa</i>	2	2	2	.	.	2	.	.	.	2
<i>Mammillaria dioica</i>	1	.	1	.	+	+	.	.	+	.
<i>Simmondsia chinensis</i>	.	.	+	.	.	1	1	.	2	2
<i>Mirabilis</i> ♀ <i>aspera</i>	.	.	.	1	2	1	1	1	.	.
<i>Opuntia bigelovii</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	+	1
<i>Larrea tridentata</i>	.	.	.	2	1	1	.	.	.	2
<i>Krameria</i> ♀ <i>imparata</i>	+	+	.	.	2	2	.	1	.	.

Cuadro 13. Continuación

Altitud (m)	530	600	700	700	550	500	970	1100	740	710
Área (m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Número de especies	15	14	16	19	16	16	14	12	16	19
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Yucca schidigera</i>	.	.	.	2	.	.	1	1	.	.
<i>Opuntia</i> ♀ <i>echinocarpa</i>	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ambrosia deltoidea</i>	1	1	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trixis californica</i>	.	.	1	.	.	+	.	.	.	2
<i>Krameria grayi</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+
<i>Ephedra aspera</i>	+	.	.	2	1	.	.	.	.	.
<i>Hilaria rigida</i>	.	.	+	2	.	.	1	.	.	.
<i>Viguiera</i> ♀ <i>parishii</i>	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.
<i>Stephanomeria pauciflora</i>	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.
<i>Beloperone californica</i>	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2
<i>Eriogonum angulosum</i>	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.
<i>Thamnosma montana</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus fremontii</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Acalypha californica</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Aristida parishii</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Peucephyllum schottii</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.
<i>Porophyllum gracile</i>	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.
<i>Lycium andersonii</i>	.	.	.	2	+	.	.	.	.	.
<i>Bebbia</i> ♀ <i>junccea</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juniperus californica</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.
<i>Ditaxis serrata</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2
<i>Hibiscus denudatus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Salvia mellifera</i>	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eriogonum inflatum</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Opuntia littoralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Opuntia tesajo</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Nolina palmeri</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eriogonum</i> ♦ <i>flavoviride</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Viguiera laciniata</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Ephedra californica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cercidium microphyllum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Eriogonum</i> ♦ <i>fasciculatum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphaeralcea ambigua</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Dudleya saxosa</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Hypxis</i> ♀ <i>emoryi</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Galium</i> ♦ <i>angustifolium</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Lotus</i> ♦ <i>brevialatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Stipa speciosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

Por su parte, *Fouquieria splendentis-Larreum tridentatae* ocupa los aluviones cuaternarios de pie de la sierra, un medio ecológicamente más homogéneo, lo que trae

consigo una mayor uniformidad florística de esta asociación. Por último, los lechos secos de los arroyos de este piso llevan una comunidad dominada por el arbusto espinoso *Dalea spinosa* (*Hymenocleo salsolae-Daleetum spinosae*; Cuadro 14).

Cuadro 14. Matorral espinoso de ramblas (*Hymenocleo salsolae-Daleetum spinosae*).

Altitud (m)	180	160	600	10	180	220	900	400	400	850
Área (m <sup>2</sup> )	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100
Número de especies	5	4	3	9	4	7	8	11	6	9
Número de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

*Hymenocleo salsolae-Daleetum spinosae*

<i>Dalea spinosa</i> (c)	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2
<i>Hymenoclea salsola</i> (do)	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1

Táxones xerofítico-mexicanos

<i>Larrea tridentata</i>	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.
<i>Ambrosia dumosa</i>	.	.	.	1	+	.	.	.	1	.
<i>Encelia β farinosa</i>	.	.	.	.	2	+	.	+	.	.
<i>Petalonyx thurberi</i>	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.
<i>Prosopis β torreyana</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	2	.
<i>Cercidium ♦ floridum</i>	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isomeris arborea</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Hyptis β emoryi</i>	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.
<i>Viscainoa β geniculata</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Bebbia β juncea</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Phoradendron californicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
<i>Prosopis articulata</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Salvia mellifera</i>	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.
<i>Acacia greggii</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Cercidium microphyllum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
<i>Palafoxia linearis</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Solanum hindsianum</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Acalypha californica</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Dalea fremontii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Atriplex polycarpa</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chilopsis linearis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Coldenia plicata</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Cucurbita palmeri</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Lycium andersonii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lycium cooperi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Opuntia β echinocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Tamarix aphylla</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Leyenda: Para símbolos y abreviaturas véase el Cuadro 1.

#### APENDICE FLORISTICO

Los nombres de los siguientes taxa (subespecies y variedades) han sido abreviados en los cuadros de asociaciones: *Achillea millefolium* var. *californica*, *Agave deserti* subsp. *deserti*, *Agave shawii* subsp. *shawii*, *Arctostaphylos patula* subsp. *platyphylla*, *Bebbia juncea* var. *juncea*, *Cercidium floridum* subsp. *floridum*, *Dudleya attenuata* subsp. *orcuttii*, *Encelia farinosa* var. *farinosa*, *Eriogonum fasciculatum* subsp. *fasciculatum*, *Eriogonum fasciculatum* subsp. *flavoviride*, *Ferocactus acanthodes* var. *acanthodes*, *Ferocactus fordii* var. *fordii*, *Ferocactus gracilis* var. *gracilis*, *Haplopappus venetus* subsp. *tridentatus*, *Holodiscus dumosus* var. *sericeus*, *Hyptis emoryi* var. *emoryi*, *Krameria parvifolia* var. *imparata*, *Lonicera subspicata* var. *denudata*, *Lonicera subspicata* var. *johnstonii*, *Lotus scoparius* subsp. *brevialatus*, *Lotus scoparius* subsp. *scoparius*, *Mirabilis bigelovii* var. *aspera*, *Mirabilis laevis* var. *laevis*, *Opuntia acanthocarpa* var. *acanthocarpa*, *Opuntia echinocarpa* var. *echinocarpa*, *Phoradendron bolleanum* subsp. *pauciflorum*, *Pityrogramma triangularis* var. *viscosa*, *Potentilla wheeleri* var. *rimicola*, *Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, *Pteridium aquilinum* var. *lanuginosum*, *Rhamnus crocea* subsp. *crocea*, *Rhamnus crocea* subsp. *insula*, *Rhus trilobata* var. *anisophylla*, *Viguiera deltoidea* var. *parishii*, *Viscainoa geniculata* var. *geniculata*.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del Convenio de colaboración en Medio Ambiente suscrito por las universidades de Alcalá de Henares y Autónoma de Baja California. Los trabajos de campo fueron sufragados con fondos del proyecto de investigación PB90-0293 de la DGICYT del Ministerio de Educación y Ciencia y con dos becas de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y de la DGICYT. Agradecemos también las correcciones realizadas por los asesores de Acta Botánica Mexicana, las cuales han mejorado la redacción del artículo.

#### LITERATURA CITADA

- Arno, S. F. y R. P. Hammerly. 1984. Timberline. Mountain and arctic frontiers. The Mountaineers. Seattle. 304 pp.
- Axelrod, D. I. 1978. The origin of coastal sage vegetation, Alta and Baja California. Amer. J. Bot. 65: 1117-1131.
- Axelrod, D. I. 1988. Outline history of California vegetation. In: Barbour, M. G. y J. Major (eds.). Terrestrial vegetation of California. 2a. ed. California Native Plant Society. Davis. pp. 139-194.
- Bradbury, D. E. 1978. The evolution and persistence of a local sage/chamise community pattern in southern California. Yearbook of the Association of Pacific Coast Geographers 40: 39-56.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitoscociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume. Barcelona. 820 pp.
- Delgadillo, J. 1992. Florística y ecología del noroeste de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali. 339 pp.
- Delgadillo, J., M. Peinado, M. De La Cruz, J. Martínez-Parras, F. Alcaraz y A. De La Torre. 1992. Análisis fitosociológico de los saladares y manglares de Baja California, México. Acta Bot. Mex. 19: 1-35.

- Hamilton, W. 1971. Recognition on space photographs of structural elements of Baja California. U. S. Geological Surv. Prof. Pap. 718. 26 pp.
- Hanes, H. L. 1971. Succession after fire in the chaparral of Southern California. Ecological Monographs 41(1): 27-52.
- Hanes, T. L. 1988. California chaparral. In: Barbour, M. G. y J. Major (eds.). *Terrestrial vegetation of California*. 2a. ed. California Native Plant Society. Davis. pp. 417-470.
- Keeley, J. E., P. H. Zedler, C. A. Zammit y T. J. Stohlgren. 1989. Fire and demography. In: Keeley, S. C. (ed.). *The California chaparral. Paradigms reexamined*. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles. pp. 64-72.
- Kirkpatrick, J. B. y C. F. Hutchinson. 1980. The environmental relationships of Californian sage scrub and some of its components communities and species. *J. Biogeogr.* 7: 23-38.
- Long, G. 1990. Sur la distribution altitudinale de la végétation méditerranéenne: de la côte du Pacifique aux crêtes de la Sierra de San Pedro Mártir, Basse Californie. Mexique. *Ecología Mediterránea* 16: 269-277.
- Minnich, R. A. 1987. The distribution of forest trees in northern Baja California, México. *Madroño* 34(2): 98-127.
- Mooney, H. A. y A. T. Harrison. 1972. The vegetational gradient on the lower slopes of the Sierra San Pedro Mártir in northwest Baja California. *Madroño* 21: 439-445.
- Morán Zenteno, D. J. 1984. *Geología de la República Mexicana*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. 87 pp.
- O'Connor, J. E. y C. G. Chase. 1989. Uplift of the Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. *Tectonics* 8(4): 833-844.
- O'Leary, J. F. 1990. Californian coastal sage scrub: general characteristics and considerations for biological conservation. In: Schoenher, A. S. (ed.). *Endangered plant communities of Southern California*. Southern Calif. Botanists Special Publ. 3. Claremont. pp. 24-40.
- Pase, C. P. 1982. Californian (coastal) chaparral. *Desert Plants* 4(1-4): 91-94.
- Passini, M. F., J. Delgadillo y M. Salazar. 1989. L'écosystème forestier de Basse Californie: composition floristique, variables écologiques principales, dynamique. *Acta Oecologica, Oecol. Plant.* 10(3): 275-293.
- Peinado, M. y J. Delgadillo. 1991. Introducción al conocimiento fitotopográfico de Baja California (México). *Stvdia Botanica* 9: 25-39.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J. Delgadillo e I. Aguado. 1994. Fitogeografía de la península de Baja California, México. *Anales Jard. Bot. Madrid* 51(2): 255-277.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J. L. Aguirre y J. Alvarez (en prensa). Vegetation formations and associations of the zonobiomes along the North American Pacific coast. *Vegetatio*.
- Quézel, P. y Shevock, J. 1982. Essai de mise en parallèle de la zonation altitudinale des structures forestières de végétation entre la Californie méridionale et le pourtour méditerranéen. *Ecología Mediterránea* 8(1-2): 389-408.
- Reyes, S., F. Miranda y J. García. 1990. *Climatología de la región noroeste de México (Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa)*. Parte I.- Precipitación: Series de tiempo del valor total mensual y estadísticas del año meteorológico. Reporte Técnico CIOFIT9001, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C. Ensenada. 170 pp.
- Rivas-Martínez, S. 1987. Nociones de fitosociología, biogeografía y bioclimatología. In: Peinado, M. y S. Rivas-Martínez (eds.). *La vegetación de España*. Serv. Publ. Univ. Alcalá de Henares. Madrid. pp. 19-46.
- Shreve, F. 1936. The transition from desert to chaparral in Baja California. *Madroño* 3: 257-264.
- Silver, L. T. y B. W. Chappell. 1988. The peninsular ranges batholiths: An insight into the evolution of the Cordilleran batholiths of southwestern North America. *Trans. R. Soc. Edinburgh* 79: 105-121.
- Stohlgren, T. J., P. W. Rundel y D. J. Parsons. 1989. Stable populations size class distribution in mature chamise chaparral. In: Keeley, S. C. (ed.). *The California chaparral. Paradigms reexamined*. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles. pp. 57-64.

- Van Devender, T. R., R. S. Thompson y J. L. Betancourt. 1987. Vegetation history of the deserts of southwestern North America: The nature and timing of the Late Wisconsin-Holocene transition. In: Ruddiman, W. F. y H. J. Wright Jr. (eds.). North America and adjacent oceans during the last glaciation. Geological Society of America. Boulder. pp. 323-352.
- Walter, H. 1985. Vegetation of the earth and ecological systems of the geo-biosphere. Springer-Verlag. Berlin. 226 pp.
- Westman, W. E. 1983. Xeric mediterranean-types shrubland associations of Alta and Baja California and the community continuum debate. *Vegetatio* 52: 3-19.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford. 1025 pp.
- Wildpret, W. y M. del Arco. 1987. España Insular, II: Las Canarias. In: Peinado, M. y S. Rivas-Martínez (eds.). La Vegetación de España. Serv. Publ. Univ. Alcalá de Henares. Madrid. pp. 515-544.
- Zedler, P. y C. A. Zammit. 1989. A population-based critique of concepts of change in the chaparral. In: Keeley, S. C. (ed.). The California chaparral. Paradigms reexamined. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles. pp. 73-82.