

FITOGEOGRAFÍA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

por

MANUEL PEINADO *, FRANCISCO ALCARAZ**, JOSÉ DELGADILLO***
& INMACULADA AGUADO*

Resumen

PEINADO, M., F. ALCARAZ, J. DELGADILLO & I. AGUADO (1994). Fitogeografía de la península de Baja California, México. *Anales Jard. Bot. Madrid* 51(2): 255-277.

Se realiza una propuesta de división fitogeográfica de la península de Baja California (México), utilizando criterios bioclimáticos, florísticos, fitosociológicos y fisiográficos. Los territorios de Baja California se reparten entre dos reinos (Holártico y Neotropical), dos regiones (Californiana y Xerofítico-Mexicana), cinco provincias (Californiano-Meridional, Martireense, Bajocaliforniana, Colorada y Sanlucana) y ocho sectores fitogeográficos (Diegano, Juarezense, Martireense, Vizcaíno, Magdalense, Angelino-Loretano, Sanfelipense y Sanlucano). Para cada una de estas unidades fitogeográficas se aportan datos climáticos, fisiográficos y fitosociológicos, así como listas sobre el componente endémico vascular de provincias y sectores.

Palabras clave: Fitogeografía, análisis de flora, endemismos, Baja California.

Abstract

PEINADO, M., F. ALCARAZ, J. DELGADILLO & I. AGUADO (1994). Phytogeography of the Baja California peninsula, Mexico. *Anales Jard. Bot. Madrid* 51(2): 255-277 (in Spanish).

Bioclimatic, floristic, phytosociological and physiographical data have been employed to propose a phytogeographical division of the Baja California peninsula. The Baja California territories are classified into two kingdoms (Holarctic and Neotropical), two regions (Californiana and Xerofítico-Mexicana), five provinces (Californiano-Meridional, Martireense, Bajocaliforniana, Colorada and Sanlucana) and eight phytogeographical sectors (Diegano, Juarezense, Martireense, Vizcaíno, Magdalense, Angelino-Loretano, Sanfelipense and Sanlucano). For each phytogeographical group, data are provided regarding geographical limits, plant communities, and lists of vascular plants.

Key words: Phytogeography, floristic analysis, endemism, Baja California.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la Geografía Botánica, con Humboldt y De Candolle, se han hecho numerosos intentos de dividir la superficie de la Tierra en unidades naturales. Drude, Engler, Hayek, Gaussen y muchos otros han publicado mapas fitogeográficos con unidades más o menos naturales denominadas clásica-

mente reinos, regiones o provincias o, más recientemente, eco-regiones (BAILEY, 1991). Los criterios usados para estas delimitaciones son variados, lo que ha producido divisiones fitogeográficas diversas, en ocasiones considerablemente divergentes. A título de ejemplo, y por citar una referencia a Norteamérica, la más reciente clasificación fitogeográfica de TAKHTAJAN (1986) sitúa dentro de la misma

* Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Alcalá de Henares. E-28871 Alcalá de Henares, Madrid.

** Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Murcia. E-30100 Murcia.

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

región a dos territorios tan sustancialmente diferentes como los desiertos de la Gran Cuenca (holárticos) y los de Sonora (neotropicales), cuya separación fitogeográfica al más alto nivel parece fuera de toda duda (RZEDOWSKI, 1978).

En este artículo se realiza una propuesta de clasificación fitogeográfica de la península de Baja California, basada tanto en datos bibliográficos como en la experiencia sobre la flora y la vegetación del territorio que hemos adquirido en el transcurso de los últimos cuatro años. En la medida de lo posible hemos procurado conservar denominaciones fitogeográficas ya empleadas por otros autores. Las principales obras de referencia en lo que se refiere a esta tipología fitogeográfica han sido las de DICE (1943), SHREVE & WIGGINS (1964), WIGGINS (1980), McLAUGHLIN (1986, 1989) y RZEDOWSKI (1978). En los casos en que no ha podido conservarse una denominación fitogeográfica anterior, las unidades propuestas reciben denominaciones toponímicas locales, siguiendo el criterio empleado en la nomenclatura fitogeográfica española (PEINADO & RIVAS MARTÍNEZ, 1987).

La nomenclatura de los sintáxones citados en el texto sigue a DELGADILLO (1992), DELGADILLO & *al.* (1992) y PEINADO & *al.* (1993a,b,c). La nomenclatura de los táxones sigue por lo general a WIGGINS (1980), excepto para *Poaceae* (GOULD & MORAN, 1981) y *Agave* (GENTRY, 1978).

MATERIAL Y MÉTODOS

Generalidades

Los criterios que hemos empleado en nuestra propuesta de clasificación fitogeográfica pueden resumirse en cuatro grupos: 1) bioclimáticos: zonobiomas, pisos bioclimáticos y ombroclimas; 2) florísticos; 3) fitosociológicos; 4) fisiográficos. Los dos últimos grupos se exponen más adelante al referirnos a la tipología fitogeográfica utilizada; nos vamos a ocupar ahora, con mayor detalle, de la descripción de los dos primeros grupos, que, por su importancia y por tratarse de una termino-

logía no empleada hasta ahora en la Geobotánica norteamericana, merecen una especial atención.

Criterios bioclimáticos:

Zonobiomas y pisos bioclimáticos

WALTER (1985) dividió la geobiosfera en nueve zonobiomas, cada uno de ellos caracterizado por unos determinados macroclimas, clases de suelo y tipos de vegetación zonal. En la península de Baja California están representados los zonobiomas II, III y IV (PEINADO & *al.* 1993b). Dentro de cada uno de esos zonobiomas pueden existir varios pisos de vegetación u orobiomas, los cuales se delimitan climáticamente por parámetros térmicos (pisos bioclimáticos) y ómbricos (ombrotipos). Los pisos bioclimáticos son cada uno de los tipos o espacios termoclimáticos que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. 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, el índice de termicidad (*It*) de RIVAS MARTÍNEZ (1987) permite discriminarlos con bastante precisión. De acuerdo con la más reciente clasificación bioclimática de este autor (RIVAS MARTÍNEZ, 1993), en la península de Baja California reconocemos los siguientes pisos bioclimáticos (fig. 1):

Zonobiomas II y III: Pisos termotropical (*It* = 520-720) y mesotropical (*It* = 320-520).

Zonobioma IV: Pisos inframediterráneo (*It* > 470), termomediterráneo (*It* = 350-470), mesomediterráneo (*It* = 210-350) y supramediterráneo (*It* = 80-210).

En función de las precipitaciones se distinguen varios ombroclimas, los cuales se delimitan por intervalos de precipitación anual en mm (*P*). En los pisos termotropical, mesotropical e inframediterráneo existen los siguientes ombroclimas: árido (*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).

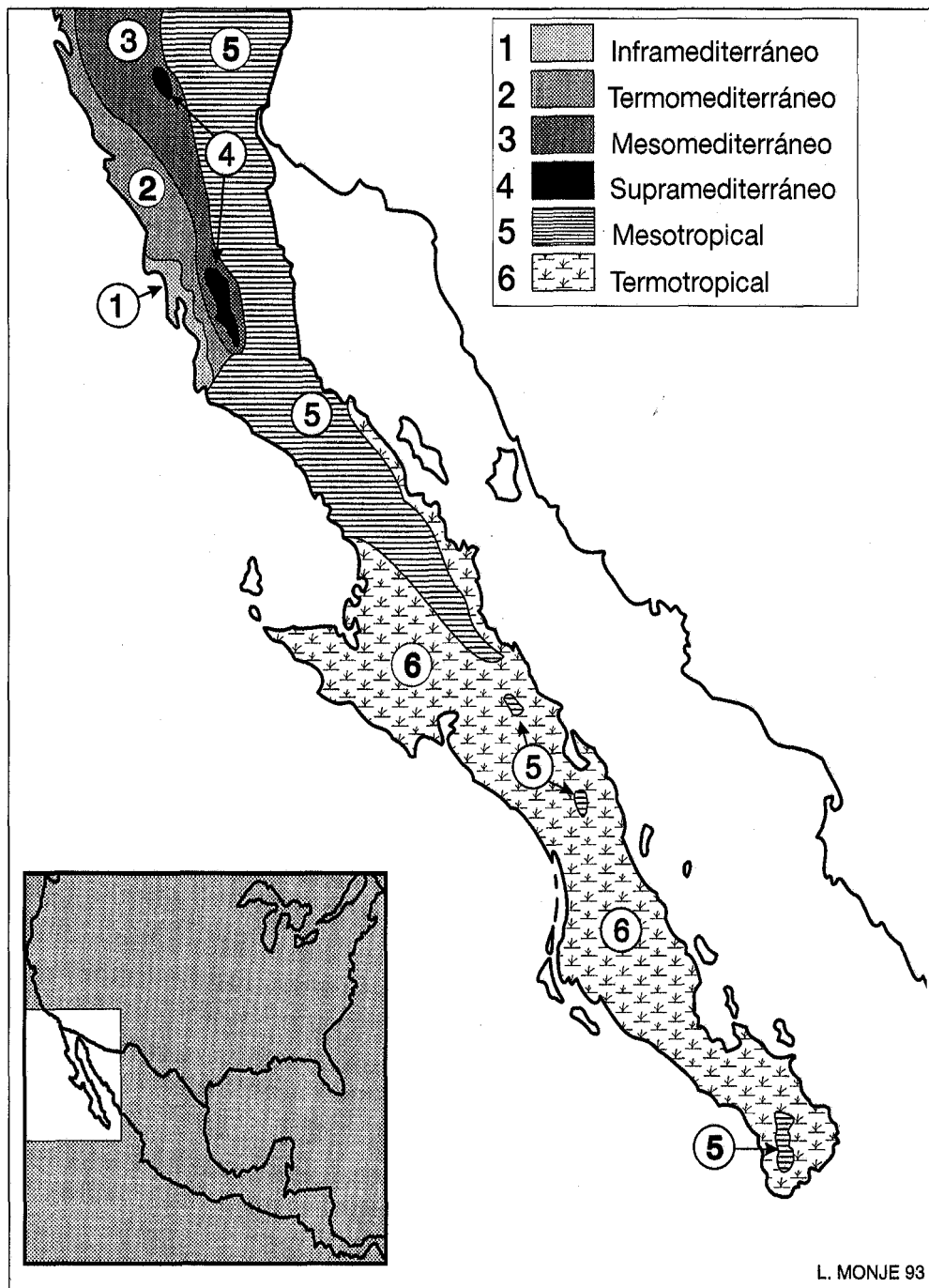


Fig. 1.-Distribución aproximada de los pisos bioclimáticos de Baja California.

Criterios florísticos: Análisis florístico de Baja California

Diversos trabajos se han ocupado del análisis florístico del suroeste de Norteamérica (AXELROD, 1988; RAVEN & AXELROD, 1978; RAVEN, 1988; McLAUGHLIN, 1986, 1989), aunque todos ellos han dejado fuera del análisis a la península de Baja California, pese a que ha sido considerada una zona de alta especialización biológica desde muy antiguo (BAIRD, 1860; COPE, 1873; DICE, 1943). Por ello, como base inicial de nuestra propuesta fitogeográfica se realizó un análisis florístico de Baja California, tomando como base la flora de la península (WIGGINS, 1980) complementada con trabajos posteriores (GOULD & MORAN, 1981; GENTRY, 1978; VILLASEÑOR, 1991; DELGADILLO, 1992); este análisis ha incluido también los táxones descritos entre los años 1978 a 1990, para lo cual se utilizó como fuente el *Index Kewensis*. El análisis florístico realizado, cuya extensión impide su publicación en este trabajo, aporta datos epintológicos, fitogeográficos y bioclimáticos de un total de 651 endemismos peninsulares. Los siguientes párrafos contienen una información resumida de este análisis.

Baja California es muy rica en especies y géneros de plantas vasculares nativas; su riqueza florística es común con otras áreas del suroeste de Norteamérica, en especial con la provincia florística Californiana (HOWELL, 1957; RAVEN & AXELROD, 1978; RAVEN, 1988). Baja California tiene un área de aproximadamente 143.780 km² en donde habitan alrededor de 3.000 especies de plantas vasculares nativas -2.958, según RZEDOWSKI (1991)-, las cuales están incluidas en 892 géneros.

Con respecto al número total de plantas vasculares, lo primero que conviene señalar es el imperfecto conocimiento de la flora de Baja California, un hecho similar al que ocurre con el resto de México (RZEDOWSKI, 1991). El número total de táxones encontrado por nosotros mediante revisión bibliográfica (3.000) probablemente se incremente considerablemente en el futuro (PEINADO & DELGADILLO, 1990). Un estudio florístico realiza-

do por Thorne (com. pers.) en la Sierra de Juárez añadió más de 200 táxones no registrados en la flora de Wiggins para esa zona. Un estudio en preparación de Lenz (com. pers.), centrado exclusivamente en Baja California Sur, ha registrado un elevado número de nuevas citas para la flora peninsular, e incluso la descripción de varios nuevos táxones, algunos tan llamativos como una nueva especie del género *Yucca*.

Pese a esta falta de datos totales, la información disponible permite extraer algunas conclusiones muy significativas. La primera de ellas es la elevada riqueza en endemismos y la gran diversidad florística del noroeste de la península, un hecho similar a lo que ocurre en el vecino estado de California. El estado de California (411.000 km²), considerado como una zona de gran riqueza florística, posee 5.057 plantas vasculares nativas, incluidas en 875 géneros (RAVEN, 1988). No obstante, la gran riqueza florística de California se manifiesta en los límites de la denominada provincia florística Californiana, un área de 324.000 km² en la que existen 4.119 especies y 743 géneros (RAVEN, 1988).

Una situación similar se da en Baja California, cuyo extremo noroeste tiene un clima de tipo mediterráneo, como el de la provincia florística Californiana. Esa área de Baja California, de aproximadamente 24.500 km², tiene alrededor de 1.322 plantas vasculares nativas (MORAN *in* RAVEN & AXELROD, 1978), de las cuales 902 no se presentan prácticamente en el resto de la península, y 633 géneros, de los que unos 292 no se presentan en el resto de la península; es decir, en esta zona, cuya superficie representa tan solo el 17% del total peninsular, se encuentran casi la mitad de las especies (44%) y el 71% de los géneros.

La flora vascular de Baja California se caracteriza también por un elevado número de táxones endémicos (651), que se incrementaría hasta 725 si se incluyen las islas cercanas a la costa, mientras que el número de géneros endémicos o casi endémicos se eleva a 22. En la siguiente relación se incluyen los géneros endémicos de Baja California, incluyendo los de Isla Guadalupe (G) y algunos que alcanzan el sur del vecino condado de San Diego (D):

Adenothamnus, *Alvordia*, *Amauria*, *Baeriosis* (G); *Bartschella*, *Behria*, *Bergerocactus*, *Burragea*, *Carterella*, *Carterothamnus*, *Clevelandia*, *Cochemia*, *Coulterella*, *Faxonia*, *Harfordia*, *Morangaya*, *Ophiocephalus*, *Ornithostaphylos* (D); *Pachycormus*, *Viscainoa*, *Xylococcus* (D), y *Xylonagra*. Los 10 géneros con mayor número de endemismos son los siguientes: *Mammillaria* (25), *Eriogonum* (23), *Agave* (22), *Ferocactus* (15), *Euphorbia* y *Haplopappus* (14), *Astragalus* y *Dalea* (13), *Opuntia* y *Cryptantha* (10).

Del total de 651 táxones endémicos, 502 son especies (77,1%), 36 subespecies (5,5%) y 113 variedades (17,3%). De las 155 familias que existen en Baja California, 81 presentan táxones endémicos; 10 de estas familias reúnen el 61,5% de los endemismos (426): *Asteraceae* (138 táxones; 18,64%), *Fabaceae* (77; 10,39), *Cactaceae* (76; 10,25), *Polygonaceae* (32; 4,31), *Agavaceae* (29; 3,91), *Euphorbiaceae* (27; 3,64), *Rubiaceae* (22; 2,96), *Scrophulariaceae* (20; 2,69), *Lamiaceae* (18; 2,42) y *Malvaceae* (17; 2,29).

El análisis realizado permite también establecer que, al margen de las plantas cosmopolitas y adventicias, son cuatro los principales elementos florísticos de la Península: Pantropical, Xerofítico-Mexicano, Madreano y Holártico. El primero de ellos es el más reducido en número de táxones (no así en número de endemismos), lo que se debe fundamentalmente a su pequeña extensión, que está limitada al extremo sur de la península. Esta porción meridional de Baja California, llamada región del Cabo por SHREVE & WIGGINS (1964), está relacionada con la región Caribeña (TAKHTAJAN, 1986); entre las familias de distribución fundamentalmente pantropical existentes en el área se encuentran *Anacardiaceae*, *Arecaceae*, *Bignoniaceae*, *Celastraceae*, *Malpighiaceae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Passifloraceae*, *Rhizophoraceae*, *Sapindaceae*, *Sapotaceae*, *Sterculiaceae* y *Urticaceae*. Son géneros endémicos de la zona *Bartschella*, *Clevelandia*, *Coulterella*, *Faxonia* y *Morangaya*.

El elemento florístico Xerofítico-Mexicano, denominación que nos parece conceptualmente más adecuada que la de Sonorense,

empleada por diversos autores, es el dominante en casi el 70% de la península. En Baja California, 61 familias, 259 géneros y 880 táxones específicos o subespecíficos (326 de ellos endémicos) parecen ser exclusivos o casi exclusivos de este elemento florístico. Son géneros endémicos de Baja California, pertenecientes en su mayor parte a este elemento, *Alvordia*, *Amauria*, *Behria*, *Burragea*, *Carterella*, *Carterothamnus*, *Pachycormus*, *Viscainoa* y *Xylonagra*. Los que siguen, aunque no son endémicos, en Baja California están ligados exclusivamente a los territorios xerofítico-mexicanos y, por tanto, no penetran en el noroeste de la península: *Atrichoseris*, *Ayenia*, *Brandegea*, *Bursera*, *Calliandra*, *Cassia*, *Castela*, *Cleomella*, *Coldenia*, *Colubrina*, *Dicoria*, *Ditaxis*, *Echinocactus*, *Euphorbia* (subg. *Poinsettia*), *Fouquieria*, *Hesperocallis*, *Hilaria*, *Horsfordia*, *Hymenoxys*, *Jatropha*, *Kallstroemia*, *Koeberlinia*, *Krameria*, *Lemaireocereus*, *Lophocereus*, *Lyrocarpa*, *Malperia*, *Matelea*, *Maytenus*, *Mohavea*, *Monoptilon*, *Nicolletia*, *Olneya*, *Pachycereus*, *Pachycormus*, *Palafoxia*, *Petalostemum*, *Peucephyllum*, *Pilostyles*, *Poliomintha*, *Psathyrotes*, *Psilostrophe*, *Stanleya*, *Tidestromia*, *Trianthema*, *Trichoptilium*, *Tridens* y *Viscainoa*.

Denominamos elemento florístico Madreano al conjunto de táxones cuyo origen está en la geoflora Madro-Terciaria (AXELROD, 1958, 1975, 1988; RAVEN & AXELROD, 1978; TAKHTAJAN, 1986). En realidad, el término Madreano es lo suficientemente amplio como para poder distinguir dentro de él varios subelementos, como ha puesto de manifiesto MCLAUGHLIN (1989). Uno de ellos es el elemento florístico Peninsular, que corresponde estrechamente a la subdivisión Southern California de la provincia Californiana reconocida por STEBBINS & MAJOR (1965) y RAVEN (1988). La mayoría de los táxones considerados como característicos de esa subdivisión penetran hacia el sur en las montañas del noroeste de Baja California (MCLAUGHLIN, 1989). Esta área de Baja California es indudablemente la de mayor diversidad florística y la más rica en endemismos del suroeste de Norteamérica. El número de táxones considera-

dos como derivados de la geoflora Madro-Terciaria en California asciende a 196 géneros y 1.460 especies (RAVEN & AXELROD, 1978). En Baja California, alrededor de 75 familias, 292 géneros y 902 táxones específicos o infraespecíficos parecen estar ligados a estos tipos de vegetación esclerófila. PEINADO & DELGADILLO (1990) han señalado las evidentes similitudes florísticas y vicarianzas ecológicas existentes entre táxones de algunos géneros (*Quercus*, *Lonicera*, *Juniperus*, *Rosa*, *Pinus*, etc.) comunes a zonas esclerófilas mediterráneo-europeas y bajocalifornianas, las cuales ponen de manifiesto la existencia del antiguo bosque mixto de encinas y laureles que formó un cinturón continuo a través de todo el Hemisferio Norte durante el Terciario (AXELROD, 1975).

Algunos elementos Madreanos existentes en la flora de Baja California son: *Aesculus*, *Antirrhinum*, *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Aristolochia*, *Arthrocnemum*, *Astragalus*, *Centaureium*, *Cheilanthes*, *Comarostaphylis*, *Convolvulus*, *Cryptantha*, *Cupressus*, *Datisca*, *Erodium*, *Galium* (sect. *Lophogalium*), *Helianthemum*, *Lasthenia*, *Lavatera*, *Loeflingia*, *Logfia*, *Lotus*, *Lupinus*, *Micropus*, *Mimulus*, *Ornithostaphylos*, *Pellaea*, *Phacelia*, *Platanus*, *Polygala*, *Prunus* (subg. *Amygdalus*), *Psoralea*, *Quercus*, *Sarcocornia*, *Stylocline*, *Trifolium* y *Triodanis*.

Como elementos Holárticos denominamos a un conjunto de táxones que están estrechamente relacionados con la geoflora Arcto-Terciaria de origen boreal. Algunos géneros presentes en el territorio que tienen este origen son *Achillea*, *Agoseris*, *Allium*, *Anaphalis*, *Apargidium*, *Arabis*, *Aralia*, *Arceuthobium*, *Aster*, *Berberis*, *Bromus*, *Calamagrostis*, *Calocedrus*, *Calochortus*, *Calystegia*, *Cardamine*, *Carex*, *Chlorogalum*, *Cirsium*, *Corydalis*, *Crassula*, *Cuscuta*, *Danthonia*, *Deschampsia*, *Descurainia*, *Draba*, *Eleocharis*, *Elymus*, *Epilobium*, *Erigeron*, *Eryngium*, *Erysimum*, *Festuca*, *Fragaria*, *Geranium*, *Gnaphalium*, *Heterotheca*, *Heuchera*, *Hieracium*, *Holodiscus*, *Hordeum*, *Horkelia*, *Hutchinsia*, *Juncus*, *Keckiella*, *Koeleria*, *Lathyrus*, *Leersia*, *Lilaea*, *Linaria*, *Linum*, *Lomatium*, *Matricaria*, *Melica*, *Mentha*, *Microse-*

ris, *Nasturtium*, *Ophiocephalus*, *Orthocarpus*, *Oryzopsis*, *Oxalis*, *Paeonia*, *Pedicularis*, *Phalaris*, *Phleum*, *Phragmites*, *Phyllospadix*, *Poa*, *Polygonum*, *Potentilla*, *Prunella*, *Ribes*, *Rorippa*, *Rosa*, *Rubus*, *Rumex*, *Sanicula*, *Satureja*, *Scirpus*, *Scutellaria*, *Sedum*, *Senecio*, *Sidalcea*, *Sitanion*, *Solidago*, *Sparganium*, *Spartina*, *Sphaeromeria*, *Stachys*, *Stipa*, *Swertia*, *Taraxacum*, *Tauschia*, *Toxicodendron*, *Valeriana*, *Veronica*, *Vicia*, *Viola* y *Vitis*.

A la vista de lo que se acaba de exponer, cabe ahora preguntarse cuáles son las causas de la riqueza florística de Baja California. La respuesta a esta pregunta es distinta, según se consideren o no el número y el tipo de elementos endémicos. Si no se tienen en cuenta los elementos endémicos, la variedad florística de Baja California descansa en su posición como punto de confluencia de elementos de origen y de distribución actual muy diferentes. Evidentemente, la presencia en Baja California de los elementos florísticos antes mencionados produce un notable incremento en la composición numérica de la flora peninsular. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el componente endémico de algunos de estos elementos (holártico, cosmopolita y adventicio) es prácticamente despreciable al compararlo con el total peninsular. Por lo tanto, la causa de la riqueza endémica hay que buscarla en otros factores.

Cuatro son las grandes categorías de plantas endémicas de acuerdo con FAVARGER (1964) y FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS (1961): paleoendemismos, esquizoendemismos, apodemismos y patroendemismos. Debido a la falta de datos sobre números cromosómicos de plantas de Baja California, resulta imposible pronunciarse sobre las tres últimas categorías, por lo que en adelante nos referiremos a ellas bajo la denominación común de flora neoendémica.

Hay dos grandes hipótesis que generalmente se aceptan en estudios filogenéticos y corológicos: 1) los llamados territorios de conservación son áreas cuya riqueza en paleoendemismos es debida a la supervivencia en ellas de muchas plantas relictas del Terciario, las cuales habrían sido eliminadas de sus lugares

de origen por fluctuaciones climáticas (FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS, 1961); 2) las zonas más favorables para una radiación adaptativa de las plantas son aquellas ecotónicas en las cuales la precipitación está entre los límites de la suficiencia y la insuficiencia, y en las que las heladas son mínimas pero ocasionales (STEBBINS, 1977). Como vamos a comentar ahora, en Baja California han concurrido circunstancias específicas que han permitido un elevado grado de paleo y neoendemismo.

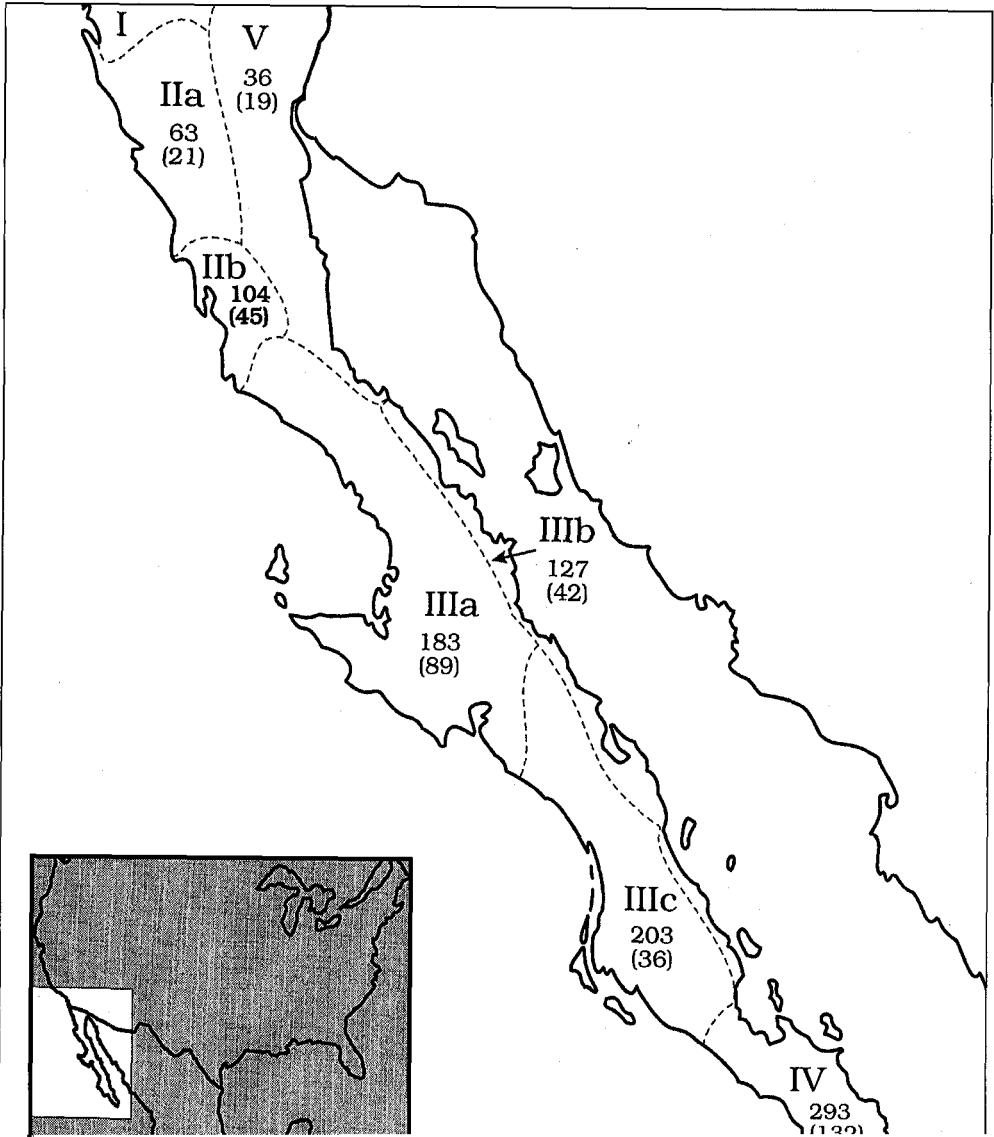
En primer lugar, Baja California, a nivel global, es un territorio ecotónico del más alto nivel, puesto que en ella confluyen dos grandes reinos florísticos, el Holártico y el Neotropical. Pero además, esta posición ecotónica entre reinos se produce en las condiciones ecológicas óptimas según STEBBINS (*l.c.*) para una radiación adaptativa: el ecotono se produce entre zonas con una limitada suficiencia de precipitaciones (el área del noroeste peninsular situada bajo clima mediterráneo) y una clara insuficiencia (la porción peninsular perteneciente a la región Xerofítico-Mexicana). Por otra parte, el principal contacto entre las floras holártica y neotropical en Baja California se produce entre los pisos termomediterráneo, inframediterráneo y mesotropical, en los cuales los registros climáticos muestran la existencia esporádica de heladas, otro de los factores apuntados por Stebbins.

De esta forma queda parcialmente explicado el origen neoendémico de una buena parte de la flora bajocaliforniana; una explicación completa exige tener en cuenta datos paleoclimáticos más concretos. Recientes estudios de esta naturaleza han demostrado que al menos la mitad septentrional de la península ha estado sometida a importantes cambios climáticos y bióticos durante al menos los últimos 40.000 años. Los estudios paleontológicos realizados en el suroeste de Norteamérica (MARTIN & MEHRINGER, 1965; VAN DEVENDER & *al.*, 1987) y en los desiertos septentrionales de Baja California (VAN DEVENDER, 1990) han demostrado que, durante el período Wisconsiniano, los bosques y matorrales de tipo mediterráneo que hoy circundan latitudinal y altitudinalmente los desiertos xerofítico-me-

xicanos descendieron unos 1.200 m con respecto a su distribución altitudinal actual, cubriendo el área de lo que hoy son formaciones de desierto tropical. De acuerdo con estos estudios, durante los períodos de expansión de los ecosistemas mediterráneos, la vegetación desértica pudo refugiarse en dos tipos de ambientes: el primero de ellos estaría localizado en las zonas más áridas del desierto xerofítico-mexicano, como el valle bajo del Colorado (COLE, 1986) y el desierto de Amargosa (SPAULDING, 1990); el segundo tipo correspondería a aquellos lugares que se mantuvieron como secos y climáticamente estables, tales como laderas pendientes de solana, espaldones rocosos y acantilados costeros.

Si tenemos ahora en cuenta que, a diferencia de cualquier otro territorio xerofítico-mexicano, Baja California está sometida al efecto de un clima marítimo relativamente estable provocado por el Pacífico, se puede deducir que sus biótopos costeros debieron constituir un punto de refugio para determinados táxones xerofíticos durante los períodos más favorables a otros tipos de vegetación de mayores exigencias en humedad; desde estos refugios se habría producido una radiación posterior, favorecida por el aislamiento geográfico (con respecto al elemento xerofítico-mexicano) que provocan las montañas del eje norte-sur que recorren la península.

Estos datos paleoclimáticos apoyan la hipótesis de AXELROD (1979) sobre el origen pleistocénico de una buena parte de la flora xerofítico-mexicana (flora sonorensis, según la denominación de Axelrod), el cual se habría traducido, en el caso de Baja California, en la formación de un importante grupo de neoendemismos que estaría favorecida por las particulares condiciones climáticas que dominan en la península. No obstante, parece fuera de toda duda que incluso muchos de los táxones considerados como xerofítico-mexicanos formaron parte de floras fósiles norteamericanas al menos desde el Eoceno y el Mioceno (AXELROD, 1979); tal es el caso de los géneros *Agave*, *Pachycormus*, *Condalia* o *Fouquieria*; este último constituye un caso paradigmático de adaptación biotípica muy antigua. *Fouquieria (Idria) columnaris* presenta un



biótipo columnar suculento y micrófilo, que ha llamado la atención desde muy antiguo a los botánicos que han trabajado en el territorio, hasta el punto que el monógrafo HUMPHREY (1979) ha considerado su forma biológica como única en la flora del mundo. Sin embargo, idéntico biótipo presenta *Pachypodium namaquanum* (*Apocynaceae*), una planta sarcocaula del desierto del Karroo; considerando que el Karroo es un desierto oceánico, como el de Vizcaíno, parece lógico deducir que el biótipo de *Idria columnaris* refleja una adaptación muy antigua a un tipo climático que no ha sufrido importantes oscilaciones.

Esta ausencia de fluctuaciones motivadas por el clima oceánico relativamente estable que domina el flanco oeste de Baja California es el motivo de la supervivencia de un numeroso grupo de paleoendemismos bajocalifornianos, cuyo origen es, cuando menos, miocénico. Idéntica causa ha sido señalada por RAVEN & AXELROD (1988) para explicar el origen de abundantes endemismos californianos, lo cual viene también a reforzar la idea de que los rasgos fundamentales de la flora de México ya habían quedado establecidos desde el Terciario (RZEDOWSKI, 1991).

La península de Baja California estuvo sometida desde el Eoceno a períodos de emergencia e inundación motivados por las oscilaciones del océano (WIGGINS, 1960). Algunas zonas peninsulares nunca quedaron sumergidas y constituyeron un refugio importante para las plantas: a) el noroeste de la península; b) el desierto de Vizcaíno; c) la región de los Cabos (provincia Sanlucana). No es extraño, pues, que estas zonas alberguen ahora las mayores tasas de endemismos (fig. 2) gracias al efecto de insularidad. Este fenómeno no sólo ha actuado en remotos tiempos geológicos, como favorecedor de la formación de paleoendemismos, sino que es aún notable en algunos territorios bajocalifornianos. Por ejemplo, el desierto mesotropical de Vizcaíno está rodeado al oeste por el océano y al este por la cordillera costera del Golfo, mientras que por el norte contacta directamente con territorios mediterráneos que limitan la migración de plantas desérticas; desde el punto de vista fitogeográfico, este desierto funciona

bajo un claro modelo de insularidad. Otro tanto cabe decir de las montañas de Juárez y San Pedro Mártir, prácticamente aisladas de las cordilleras peninsulares de Estados Unidos por el desierto del valle bajo del Colorado. Otra clara situación de insularidad fitogeográfica la constituyen la Sierra de la Laguna y una buena parte de la región del Cabo con respecto a las hiemisilvas e hiemifruticetas de Sinaloa.

Queda por último referirse a la diversidad de hábitats. Tres son los factores a considerar como condicionantes principales de la diversidad de biótopos: suelo, microclima y macroclima. El nivel de edafoendemismos en Baja California es muy escaso y se reduce a algunas plantas propias no de suelos específicos, sino de biótopos particulares, como dunas o marismas. La falta de edafoendemismos está motivada por la homogeneidad de los substratos en toda la península y por la elevada aridez que predomina en su clima, lo que trae como consecuencia una edafoogénesis muy similar, con independencia del tipo de roca base.

En cambio la variedad climática es muy acusada en toda la península. Son seis los macroclimas existentes en Baja California, siendo el piso inframediterráneo exclusivo de ella en todo el continente americano. Hay que resaltar que el piso inframediterráneo, cuyo carácter distintivo es una combinación biotípica de arbustos malacófilos de origen madreano y de plantas suculentas de distribución desértica, existe también desde las Islas Canarias al Himalaya (WILDPRET & DEL ARCO, 1987), presentando sus comunidades un elevado número de especies endémicas. Del mismo modo, el clima mesotropical oceánico que se presenta en el desierto de Vizcaíno es una peculiaridad de Baja California cuando se compara con cualquier otro clima de la región Xeroftico-Mexicana. Por su parte, el piso termotropical desértico solo se presenta, dentro de Norteamérica, en Baja California y en algunas áreas continentales mexicanas situadas por debajo de los 29° N. En lo que se refiere a microclimas, STEBBINS (1977) ha señalado que en zonas ecotónicas con bajas precipitaciones se refuerza tan acusadamente el efecto

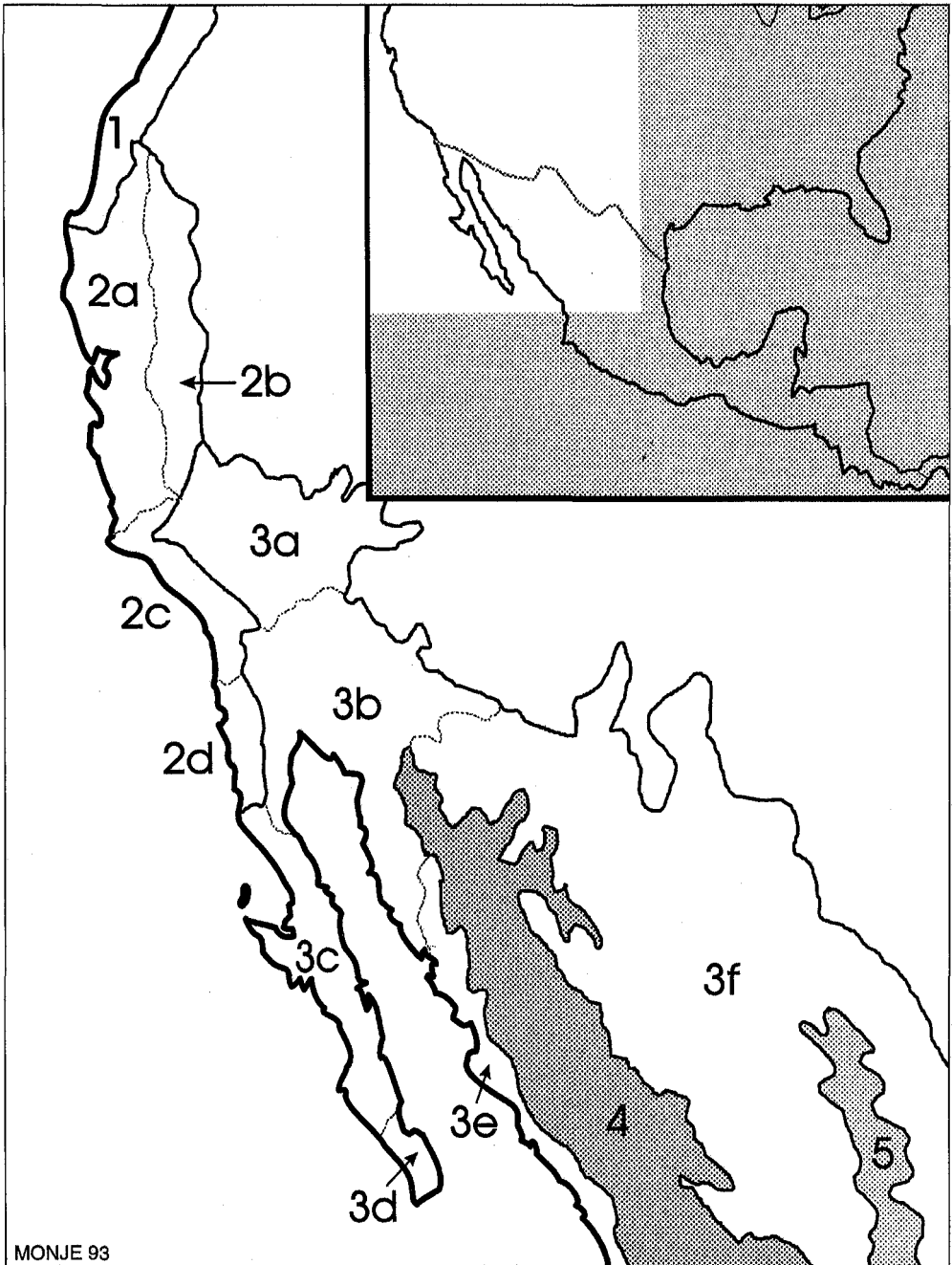


Fig. 3.—Fitogeografía del suroeste de Norteamérica: 1, región Pacífico-Norteamericana, provincia Vancouveriana; 2, región Californiana; 2a, provincia Californiano-Septentrional; 2b, provincia Nevadense; 2c, provincia Californiano-Meridional; 2d, provincia Martirensis; 3, región Xerofítico-Mexicana; 3a, provincia Mojavense; 3b, provincia Colorada; 3c, provincia Bajocaliforniana; 3d, provincia Sanlucana; 3e, provincia Sinaloo-Sonorense; 3f, provincia Chihuahuense; 4, Sierra Madre Occidental; 5, Sierra Madre Oriental.

microclimático que ligeras modificaciones en la exposición o en el sustrato provocan fuertes cambios florísticos.

Por lo demás, debido a lo escarpado de su orografía, en Baja California se conjugan la insularidad de algunas de sus montañas y el efecto microclimático provocado por todo macizo montañoso. Tanto la Sierra de Juárez como la de San Pedro Mártir, por citar dos ejemplos, presentan una catena asimétrica con unas vertientes occidentales netamente mediterráneas y unas orientales xerofítico-mexicanas (PEINADO & DELGADILLO, 1990); pequeños cambios en orientación provocan frecuentes ecotonos y, con ellos, microhábitats y vías de migración para táxones provenientes de una y otra flora. Si a ello unimos otros factores climáticos de índole regional, como la influencia de la corriente fría de California —en el norte de la península—, la de la corriente subtropical —en el sur—, la del tórrido mar de Cortés —en el este—, o la diversidad de regímenes pluviométricos a que se ve sometida toda Baja California como consecuencia de su posición latitudinal (HASTINGS & TURNER, 1968), puede concluirse que la península, en su conjunto, ha funcionado y funciona como una zona de extraordinaria diversidad microclimática.

Criterios fitogeográficos: Tipología utilizada

Los grandes rangos o jerarquías que se aceptan en Fitogeografía son: reino, región, provincia y sector. Existe un práctico acuerdo en considerar a todas estas unidades como territorios de superficie continua (excepción hecha de las islas) que incluyan los accidentes orográficos que puedan existir en su área (RIVAS MARTÍNEZ, 1987). Salvo raras excepciones, en su mayoría provocadas por cambios en el sustrato, las fronteras de las unidades no son abruptas, de forma que unidades vecinas comparten ecotonos más o menos extensos. Por lo general, son los macroclimas los que delimitan las unidades de mayor rango (reinos y regiones), mientras que son factores topográficos, geológicos, edáficos o climáticos regionales los que delimitan provincias y sectores.

La unidad fitogeográfica de más alto rango que hemos empleado es el reino; está caracterizado por la existencia de zonobiomas, de grandes formaciones vegetales, de unidades fitosociológicas del nivel más alto (clases) y de táxones a nivel de familias u órdenes. En lo que a nuestro territorio se refiere, reconocemos dos reinos: Holártico y Neotropical. Las diferencias florísticas entre ambos son bien conocidas, por lo que no es oportuno extenderse en ellas. A nivel de zonobiomas, el reino Holártico presenta los zonobiomas Mediterráneo, Templado, Boreal y Ártico; por el contrario, carece de los zonobiomas Tropical y Subtropical, que son característicos en Norteamérica del reino Neotropical. En cuanto a formaciones, el reino Holártico en Norteamérica está caracterizado, entre otras, por las aciculisilvas boreales de *Picea*, *Larix*, *Pinus* o *Abies*; por las aestisilvas de climas templados; por las aciculisilvas oceánicas y relicticas del noroeste del Pacífico; por las formaciones esclerófilas de clima mediterráneo de California y Baja California; y por las formaciones semidesérticas y desérticas de la Gran Cuenca. Inversamente, las siccidesertas del sur de Norteamérica —dominadas por arbustos malacófilos, suculentas y fanerófitos paquicaules—, las formaciones de hiemifruticeta e hiemisilva del sur de Baja California y los manglares costeros, pertenecen al reino Neotropical.

Los reinos se dividen en regiones, las cuales se establecen sobre la base de un amplio grupo de especies y géneros endémicos, así como por poseer unidades fitosociológicas propias de rango superior (alianzas, órdenes e incluso clases), y pisos bioclimáticos y de vegetación diferentes a los de regiones colindantes. Por ejemplo, yendo de norte a sur a lo largo de la costa del Pacífico, desde Oregón a Baja California, nos encontramos con tres regiones (fig. 3): Pacífico-Norteamericana, California y Xerofítico-Mexicana. La primera de ellas presenta el zonobioma Templado, que falta en las regiones colindantes; la región California presenta el zonobioma Mediterráneo y, finalmente, la región Xerofítico-Mexicana posee como carácter distintivo en Norteamérica los zonobiomas Tropical y Subtropical.

Los pisos colino, montano, subalpino y alpino caracterizan a la región Pacífico-Norteamericana; los pisos inframediterráneo, termomediterráneo, mesomediterráneo, supra-mediterráneo, oromediterráneo y crioromediterráneo son peculiares en Norteamérica de la región Californiana, mientras que los pisos termotropical, mesotropical y supratropical son diferenciales de la región Xerofítico-Mexicana.

Las regiones se dividen en un número más o menos elevado de provincias; para la discriminación de éstas hemos utilizado varios criterios. La provincia posee solo algunos de los pisos bioclimáticos que caracterizan a su correspondiente región, aunque en esta última la cliserie altitudinal se presente completa. Por ejemplo, la cliserie altitudinal de la región Californiana va desde el piso inframediterráneo al crioromediterráneo, pero esta cliserie no se presenta íntegramente en ninguna de sus provincias. En la provincia Martirensis están representados los pisos infra, termo, meso y supra-mediterráneo, siendo el primero de ellos una característica de esta provincia, por lo que, evidentemente, los táxones propios de este piso constituyen por añadidura un elemento florístico de peso para independizarla fitogeográficamente. En la provincia Californiano-Meridional, la cliserie incluye desde el piso termomediterráneo al oromediterráneo; la cliserie de la provincia Nevadense se extiende desde el mesomediterráneo al crioromediterráneo, siendo este último exclusivo de la provincia. Por último, la provincia Californiano-Septentrional posee una cliserie que va desde el meso al oromediterráneo, pero se diferencia de la Nevadense por las comunidades climáticas existentes en cada piso, las cuales están determinadas ecológicamente por el clima más oceánico que predomina en la primera.

A igualdad de piso, el factor que más condiciona la distribución de las comunidades seriales es el ombroclima; por ello, los ombrotipos pueden ser esenciales a la hora de diferenciar provincias que contengan la misma cliserie altitudinal. En el ejemplo a que nos estamos refiriendo, el de la provincia Nevadense frente a la Californiano-Septentrional,

hay diferencias ómicas fundamentales a la hora de diferenciar ambas. En el piso mesomediterráneo de la provincia Californiano-Septentrional, el ombroclima puede alcanzar valores cercanos al hiperhúmedo, en cuyo caso la vegetación clímax corresponde a bosques del *Oxalido oreganae-Sequoietum sempervirentis*; o con precipitaciones menores, de ombroclima húmedo, a bosques relictos del *Umbellulario californicae-Quercetum agrifoliae*. En cambio, una buena parte del piso mesomediterráneo nevadense tiene ombroclimas que oscilan entre el seco inferior y el húmedo inferior, por lo que las comunidades climáticas resultan ser bosques muy abiertos (*Pino sabinianae-Quercetum douglasii*) o de estructura más densa (*Pseudotsugo menziesii-Quercetum chrysolepis*).

Fitosociológicamente, las provincias están caracterizadas por asociaciones climáticas, alianzas e, incluso, en las provincias especialmente ricas en diversidad por su aislamiento biogeográfico, órdenes. Por lo demás, las provincias poseen algunos géneros endémicos y un buen conjunto de especies endémicas, entre las que, por lo general, se cuentan algunos paleoendemismos.

Dentro de una misma provincia, el sector puede caracterizarse de diferentes formas. Desde el punto de vista fisiográfico, los sectores suelen coincidir con grandes unidades geomorfoestructurales, tales como grandes sierras o extensas superficies zonobioclimáticamente o edafológicamente importantes. Por ejemplo, dentro de la provincia Martirensis, existen al menos dos grandes unidades morfoestructurales: las sierras de San Pedro Mártir y de Juárez, pertenecientes ambas a la Cordillera Peninsular, pero aisladas por la falla de Aguas Blancas. Ambas unidades están además perfectamente caracterizadas desde el punto de vista florístico, ya que albergan un importante conjunto de endemismos a nivel específico y subspecífico además de presentar una diferente cliserie altitudinal. A ambos macizos montañosos, junto a las tierras bajas que los rodean hasta el nivel del Pacífico, los hemos considerado como dos sectores independientes. El sector, pues, posee una individualidad florística producida por la existencia

de táxones (especies, subespecies y variedades) peculiares; presenta, además, unidades fitosociológicas propias, la mayoría de las veces a nivel de asociaciones no climáticas, aunque no está excluida la existencia de éstas en aquellos casos de unidades fitogeográficas excepcionalmente ricas, como las de los territorios que nos ocupan.

El estudio del área de táxones y sintáxones, complementado con los trabajos y recorridos de campo y con el empleo de mapas geológicos y geomorfológicos nos ha servido para establecer unas fronteras regionales, provinciales y sectoriales muy próximas a las reales. En la medida de lo posible, para delimitar las unidades hemos utilizado factores fisiográficos, como grandes cadenas montañosas, cañones profundos, valles fluviales u otros fenómenos macrogeomorfológicos o edáficos, que constituyen barreras biogeográficas fundamentales. Las fronteras fitogeográficas que hemos trazado coinciden, cuando menos, con los zonoecotonos entre unidades. Una delimitación más detallada solo es posible mediante estudios fitogeográficos a nivel local, que necesitan basarse en una tipología global como la que aquí se propone.

RESULTADOS

Sectorización de Baja California

En la península de Baja California reconocemos las siguientes unidades fitogeográficas hasta el rango de sector (fig. 2):

REINO HOLÁRTICO

Región Californiana

- I. Provincia Californiana-Meridional
(sector Diegano)
- II. Provincia Martirensis
 - IIa. Sector Juarezense
 - IIb. Sector Martirensis

REINO NEOTROPICAL

Región Xerofítico-Mexicana

- III. Provincia Bajocaliforniana
 - IIIa. Sector Vizcaíno
 - IIIb. Sector Angelino-Loretano
 - IIIc. Sector Magdalense

IV. Provincia Sanlucana

(sector Sanlucano)

V. Provincia Colorada

(sector Sanfelipense)

Región Californiana

La región Californiana ocupa la mayor parte del Estado de California, una pequeña parte del sur de Oregón y, hacia el sur, se extiende hasta el noroeste de Baja California, incluyendo la Sierra de San Pedro Mártir. El límite noroeste de la región es con la provincia Vancouverana (región Pacífico-Norteamericana), en la cual desaparecen los bosques esclerófilos de *Quercus agrifolia* y hacen su aparición los bosques de coníferas dominados por *Thuja plicata* y *Tsuga heterophylla*; por el este, el límite puede ser establecido en las cimas de Sierra Nevada y el sur de las Cascadas (Crater Lake National Park, en Oregón, es todavía californiano); las vertientes orientales de esas cadenas montañosas pertenecen bien a la región de la Gran Cuenca, al norte de los 35° 30', o bien a la región Xerofítico-Mexicana, al sur de esa latitud; al sur, ya en la península de Baja California, la región Californiana se extiende hasta el paralelo 30°, en el cual comienza la provincia Bajocaliforniana. Las vertientes orientales de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir no pertenecen en su mayor parte a esta región, sino a la Xerofítico-Mexicana. Así delimitada, nuestro concepto de la región Californiana es muy semejante al de COOPER (1859) y bastante próximo al establecido por DICE (1949) y RAVEN & AXELROD (1988) para la denominada "Californian Floristic Province".

Esta región está dominada por un clima de tipo mediterráneo, correspondiente al Zonobioma IV de WALTER (1985), cuyos pisos de vegetación están excepcionalmente bien marcados. El piso inframediterráneo, que sólo existe en el sur del noroeste de Baja California, entre los paralelos 30 y 31, presenta una fisiología muy similar a la de otras zonas euroasiáticas, africanas y macaronésicas dotadas de idéntico piso, con una vegetación dominante de matorrales mixtos entre arbustos malacófilos y plantas suculentas (*Berberocacto emor-*

yi-Agavetum shawii); el piso termomediterráneo existente solo en las provincias Californiano-Meridional y Martirensis, está ocupado mayoritariamente por chaparrales (*Malosmion laurinae*) cuando el ombroclima es semiárido, o por bosques de encinos (*Quercetalia agrifoliae*) cuando el ombroclima es, al menos, seco o en suelos con compensación edáfica bajo condiciones semiáridas. Bosques de *Quercus chrysolepis* caracterizan gran parte del piso mesomediterráneo, aunque en las zonas de más baja precipitación dentro del Gran Valle de California la vegetación clímax, hoy completamente desplazada por diversos cultivos, debió corresponder a bosques abiertos de *Quercus douglasii* y *Pinus sabiniana*; igualmente, la escasez de precipitaciones en el noroeste de Baja California impide por lo general la existencia de bosques de esclerófilos en este piso, desarrollándose allí bosques xerofíticos abiertos dominados por *Pinus quadrifolia*, *Juniperus californica* y *Adenostoma sparsifolium*. Una característica común a todo el piso mesomediterráneo californiano bajo ombroclima semiárido es la presencia de bosques heliófilos abiertos, dominados por *Pinus monophylla* y *Juniperus californica*, que aparecen en todas las vertientes orientales de las sierras que contactan con desiertos.

En el piso supramediterráneo dominan las coníferas (*Pinus lambertiana*, *Pinus coulteri*, *Abies concolor*, *Calocedrus decurrens* y otros) junto con algunos caducifolios, como *Quercus kelloggii*. El límite forestal se alcanza en el piso oromediterráneo, donde existen bosques densos de *Pinus contorta* var. *murrayana* y *Abies magnifica* —en el horizonte inferior del piso o en suelos con compensación edáfica—, y bosques abiertos de *Pinus albicaulis*, *P. monticola* y *Tsuga mertensiana*, en el horizonte superior del piso o en biótotos desfavorables para el desarrollo de un bosque denso bien estructurado. Por último, al igual que en el piso criomediterráneo de las altas montañas circunmediterráneas, este orobioma carece de formaciones forestales, y es dominado por pastizales psicroxerófilos de gramíneas, juncáceas y ciperáceas.

El nivel de endemismos en esta región es extraordinariamente elevado; el clima medi-

terráneo de esta región apareció solo a finales del Terciario (AXELROD, 1975), por lo que la mayor parte de la flora nunca ha estado en contacto con las de otras regiones dotadas de idéntico clima, lo que explicaría en parte el elevado grado de endemidad de esta región (RAVEN, 1988). Los géneros endémicos o casi endémicos que caracterizan esta región son los siguientes: *Acanthomintha*, *Achyraea*, *Adenostoma*, *Aphanisma*, *Apiastrum*, *Blepharizonia*, *Bloomeria*, *Burroughsia*, *Calycaenia*, *Carpenteria*, *Chamaebatia*, *Chlorogalum*, *Cneoridium*, *Corethrogyne*, *Cycladenia*, *Dendromecon*, *Eastwoodia*, *Eschscholzia* (nueve especies dentro de la región y tan solo una disyunción en Washington), *Goodmania*, *Hemizonia*, *Heterodraba*, *Heterogaura*, *Heteromeles*, *Hollisteria*, *Holocarpa*, *Holozonia*, *Jepsonia*, *Malperia*, *Monolopia*, *Muilla*, *Neostaphia*, *Orcuttia*, *Ornithostaphylos*, *Parvisedum*, *Pogogyne*, *Pseudobahia*, *Romneya*, *Stylomecon*, *Tropidocarpus*, *Turricula*, *Venegasia* y *Xylococcus*.

I. Provincia Californiano-Meridional

Nuestro concepto y delimitación de la provincia Californiano-Meridional corresponde prácticamente a la región florística "Southern California" de RAVEN & AXELROD (1988). La mayor parte de los territorios de esta provincia pertenecen a los Estados Unidos y solo una pequeña penetración meridional de la misma intregrede en Baja California a través del área de Tecate hasta la falla de Las Palmas y La Rumorosa. Un rasgo distintivo de esta provincia frente a la Martirensis es el aumento de precipitaciones que tiene lugar en el piso termomediterráneo, en el cual los encinares de la asociación *Lonicero denudatae-Quercetum agrifoliae* constituyen la vegetación clímax; por el contrario, en la provincia Martirensis, donde predomina el ombroclima semiárido, estos encinares solo aparecen como comunidades permanentes en barrancos orientados al norte y al oeste o en riberas con compensación edáfica. En el piso termomediterráneo con ombroclima seco de la provincia Californiano-Meridional faltan una buena parte de los endemismos martirenses y no

existe la asociación *Ornithostaphylo oppositifoliae-Aesculetum parryi*, que es sustituida por el chaparral de la asociación *Malosmo laurinae-Quercetum dumosae*. Igualmente, la asociación endémica de matorral costero *Bergerocacto emoryi-Agavetum shawii*, que se presenta como comunidad permanente de litosuelos sometidos a la maresía en el piso termomediterráneo de la provincia Martirensis, no existe en la provincia Californiano-Meridional.

En el piso mesomediterráneo de la provincia Californiano-Meridional, las precipitaciones son lo suficientemente elevadas como para alcanzar los ombroclimas seco y subhúmedo, salvo en algunas montañas, como San Jacinto, cuyas vertientes orientales y meridionales reciben la influencia de los vientos secos procedentes del desierto. En consecuencia, las comunidades climáticas corresponden a bosques esclerófilos de *Quercus chrysolepis*, por lo general enriquecidos con la conífera relicta y endémica *Pseudotsuga macrocarpa*. El piso supramediterráneo corresponde a formaciones de abetales con pinos, que guardan más relaciones florísticas con sus vicariantes de la provincia Nevadense que con los abetales martirenses, debido al aislamiento biogeográfico de éstos.

La mayor parte de los endemismos californiano-meridionales se encuentran en el territorio estadounidense; algunos de los presentes en Baja California Norte son: *Arctostaphylos otayensis*, *Astragalus coccineus*, *A. douglasii* var. *perstrictus*, *Ceanothus otayensis*, *Chamaebatia australis*, *Cupressus guadalupensis* ssp. *forbesii*, *Diplacus aridus*, *Ericameria brachylepis*, *Geraea viscida*, *Hemizonia floribunda*, *Ipomopsis tenuifolia*, *Lathyrus splendens*, *Lepechinia ganderi*, *Linanthus bellus*, *Mahonia higginsiae*, *Penstemon clevelandii*, *Pickeringia montana* ssp. *tomentosa*, *Potentilla saxosa*, *Ribes canthariforme*, *Satureja chandleri* y *Solanum tenuilobatum*.

II. Provincia Martirensis

La región Californiana ocupa alrededor de 24.000 km² en el noroeste de la península de Baja California; la mayor parte de estos terri-

torios bajocalifornianos se incluyen en la provincia Martirensis. Los límites septentrionales de esta provincia se establecen desde el sur de la bahía de San Diego hasta el sur de la Mesa de Otay, dirigiéndose desde allí hacia el oeste por la cuenca del río de Las Palmas y el borde meridional de la falla La Rumorosa-Las Palmas, hasta alcanzar su límite nororiental en las cumbres de La Rumorosa. Por el este, la provincia Martirensis limita con la región Xerofítico-Mexicana, siendo la frontera biogeográfica entre ambas las vertientes orientales de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, por debajo de los 1300-1100 m aproximadamente, cota inferior alcanzada por los bosques semiáridos mediterráneos de *Pinus monophylla* y *Juniperus californica*. El límite meridional de la provincia se establece alrededor del paralelo 30, unos kilómetros al sur del arroyo de El Rosario; el área situada al sur de este arroyo pertenece al sector Vizcaíno, de la provincia Bajocaliforniana.

Aproximadamente un centenar de especies de plantas son endémicas de esta provincia; además de las correspondientes a cada uno de los sectores, son plantas endémicas o casi endémicas de la provincia Martirensis las siguientes: *Adenothamnus validus*, *Aesculus parryi*, *Agave shawii* ssp. *shawii*, *Arctostaphylos peninsularis*, *Astragalus circumdatus*, *A. orcuttianus*, *Bergerocactus emoryi*, *Cordylanthus rigidus* ssp. *setigerus*, *Draba cuneifolia* var. *cuneifolia*, *Dudleya attenuata* ssp. *orcuttii*, *Ericameria cooperi* ssp. *bajacalifornica*, *Eriodyctyon sessilifolium*, *Eriogonum hastatum*, *E. wrightii* var. *oresbium*, *Fraxinus trifoliata*, *Galium martirensis*, *Gilia mexicana*, *Haplopappus berberidis*, *Hemizonia increscens* ssp. *villosa*, *Ipomopsis effusa*, *Lobelia dunnii* var. *dunnii*, *Lupinus andersonii* var. *sublinearis*, *Penstemon subinteger*, *Ptelea aptera*, *Quercus peninsularis*, *Rhamnus insula*, *Suaeda esteroa* y *Verbena orcuttiana*.

A diferencia de la provincia Californiano-Meridional, con la que contacta, en la provincia Martirensis está representado el piso inframediterráneo, mientras que, por el contrario, faltan los bosques de coníferas oromediterráneas. Son comunidades endémicas de esta

provincia las siguientes: *Bergerocacto emoryi-Agavetum shawii*, *Roso minutifoliae-Aesculetum parryi*, *Ephedro californicae-Lycietum brevipes*, *Ornithostaphylo oppositifoliae-Aesculetum parryi*, *Artemisio californicae-Salvietum munzii*, *Keckiello antirrhinoidis-Fraxinetum trifoliatae*, *Symphoricarpo oreophili-Abietetum concoloris* y *Potentillo-Pinetum murrayanae*.

Dentro de la provincia se distinguen dos sectores: Martirensis y Juarezense. El primero de ellos se extiende por la mitad sur de la provincia, iniciándose alrededor de punta Colonet y dirigiéndose hacia el este hasta el paso de San Matías, cuya falla constituye la frontera biogeográfica con el sector Juarezense. En el sector Martirensis, a diferencia del Juarezense, están representados tanto el piso inframediterráneo como los abetales supramediterráneos del *Symphoricarpo oreophili-Abietetum concoloris*.

Son endemismos del sector Martirensis los siguientes: *Allium eurotophilum*, *Amorpha apiculata*, *Arctostaphylos australis*, *A. patula* ssp. *platyphylla*, *Astragalus gruinus*, *Brickellia sessilis*, *Castilleja montigena*, *Chenopodium flabellifolium*, *Chorizanthe chaetophora*, *Ch. interposita*, *Ch. jonesiana*, *Ch. turbinata*, *Cordylanthus involutus*, *Cuscuta gracillima* var. *esquamata*, *Draba corrugata* var. *demareei*, *D. cuneifolia* var. *sonorae*, *Eriogonum elongatum* var. *vollmeri*, *E. fastigiatum*, *Galium diabloense*, *G. wigginsii*, *Garrya grisea*, *Haplopappus arenarius*, *H. ferrisiae*, *H. martirensis*, *H. pulvinatus*, *H. vernicosus*, *H. wigginsii*, *Hemizonia martirensis*, *H. perennis*, *Heterotheca martirensis*, *Lesquerella peninsularis*, *Linanthus laxus*, *L. melingii*, *Ophiocephalus angustifolius*, *Opuntia rosarica*, *Phacelia hirtuosa*, *Poliomnitha conjunctrix*, *Quercus cedrosensis*, *Salvia chionoeplica*, *Satureja ganderi*, *Senecio californicus* var. *ammophilus*, *Sphaeromeria martirensis*, *Stephanomeria monocephala* y *Trifolium wigginsii*. Una buena parte de estos táxones martirenses son esquizoendemismos orófilos supramediterráneos, probablemente originados como consecuencia del aislamiento geográfico de las cumbres de San Pedro Mártir con

respecto a otras unidades de la región Californiana en las que existe el piso supramediterráneo.

Son endemismos del sector Juarezense los siguientes: *Acacia minuta*, *Arctostaphylos boloensis*, *A. moranii*, *Berberis claireae*, *Cryptantha wigginsii*, *Dodecatheon clevelandii* ssp. *insulare*, *Dudleya campanulata*, *Eriogonum foliosum*, *E. grande* var. *ducklei* y var. *testudinum*, *Ferocactus viridescens*, *Haplopappus juarezensis*, *H. orcuttii*, *Hemizonia frutescens*, *H. greeneana*, *Linanthus jamauensis*, *Pinus juarezensis*, *Stipa bracteata*, *Trisetum interruptum* var. *californicum* y *Vauquelinia californica* ssp. *sonorensis*.

Región Xerofítico-Mexicana

Las afinidades florísticas de los desiertos meridionales de Estados Unidos y septentrionales de México son claramente neotropicales. Por ello, deben incluirse en el reino Neotropical y no en el Holártico, como ha propuesto TAKHTAJAN (1986). GOLDMAN & MOORE (1946) y RZEDOWSKI (1978) han expuesto pruebas en esta misma línea, que suscribimos por completo y a las que remitimos para definir a esta región, cuyos 868.000 km² representan el 68% de la superficie norteamericana catalogada como desértica. La región Xerofítico-Mexicana ocupa la mayor parte del norte de México y una considerable porción del sur de los Estados Unidos, en particular dentro de los estados de Nuevo México, Arizona, Texas, Nevada, California y un pequeño fragmento de Utah. La distribución de la región es prácticamente continua en Estados Unidos, mientras que en México aparece dividida por el golfo de California y las sierras Madre Oriental y Madre Occidental, pertenecientes a la región Mesoamericana de Montaña.

En nuestro estado actual de conocimientos, reconocemos dentro de ella las provincias Mojavense, Colorada, Chihuahuense, Sinaloo-Sonorense, Bajocaliforniana y Sanlucana. Otras provincias, no visitadas por nosotros, han sido descritas por RZEDOWSKI (1978). La región está representada en la

península de Baja California por las provincias Bajocaliforniana, Sanlucana y Colorada.

III. Provincia Bajocaliforniana

Se incluyen en esta provincia todos los territorios desérticos de la península, excepción hecha del desierto de San Felipe, que pertenece a la provincia Colorada, y del extremo sur de la península —aproximadamente por debajo del paralelo 24—, que consideramos incluido en la provincia Sanlucana.

El límite septentrional de esta provincia se establece aproximadamente en el paralelo 30, en el arroyo de El Rosario, donde se inician los territorios californianos de la provincia Martirensis. Hacia el este, la provincia se extiende en las llanuras que rodean las faldas de San Pedro Mártir, dirigiéndose por el sur hasta las costas del Golfo, en las proximidades de la bahía de San Luis Gonzaga, donde se encuentra su límite nororiental. El límite meridional de la provincia lo constituyen las hierbifruticetas de *Cyrtocarpa edulis* que pertenecen a la provincia Sanlucana. Fisiográficamente, la llanura situada al pie de la Sierra de la Giganta hasta las proximidades de Punta Coyote, en las costas del Golfo, puede considerarse su límite meridional.

El número de endemismos de esta provincia es excepcionalmente alto, por lo que los citamos en los correspondientes sectores. Como ya se apuntó anteriormente, la elevada endemividad de esta provincia obedece tanto a los acontecimientos paleoclimáticos que han ido sucediéndose desde el Eoceno, como al hecho de que la península en su conjunto, y alguno de sus sectores en particular, constituyen islas fitogeográficas tanto desde el punto de vista de su aislamiento geográfico como climático.

Dentro de la provincia están representados los pisos mesotropical y termotropical, el segundo de los cuales tiene como caracteres distintivos, entre otros, la presencia de los manglares de la clase *Lagunculario racemosae-Rhizophoretea mangle*. Como puede observarse en la figura 1, el piso termotropical bajocaliforniano está aislado completamente de su homólogo continental existente en la

provincia Sinaloo-Sonorense, tanto por el Golfo de California como por el desierto mesotropical de San Felipe. Consiguientemente, los territorios termotropicales de Baja California constituyen un enclave de primera magnitud para la especiación de numerosos táxones termófilos que no pueden superar la barrera climática del desierto de San Felipe. Una vía migratoria alternativa probablemente seguida por algunos táxones mesotropicales ha sido el paso hasta las costas de Sonora a través del puente formado por las islas de San Lorenzo, San Esteban y Tiburón. Ello explicaría que algunas plantas casi endémicas de Baja California (*Idria columnaris*, *Euphorbia californica*, *E. misera*, *Machaerocereus gummosus*, *Pachycormus discolor*, *Pachycereus pringlei* y otras) aparezcan puntualmente en algunas localidades continentales de Sonora próximas a esas islas.

Fitosociológicamente, la provincia está muy bien caracterizada por la existencia del orden casi endémico *Harfordio macropterae-Machaeroceretalia gummosi*, algunas de cuyas asociaciones penetran también en las zonas desérticas sanlucanas. Son alianzas endémicas las siguientes: *Ferocacto gracilis-Agavion cerulatae*, *Ferocacto townsendiani-Fouquierion diguetii* y *Cercidio peninsulare-Lysilomion candidae*.

IIIa. Sector Vizcaíno

El sector Vizcaíno se extiende hacia el sur desde los 30° hasta los 26° 15'. Por el norte, limita cerca de El Rosario con la vegetación inframediterránea, aunque un buen número de plantas de este sector se introducen a través del matorral costero (*Bergerocacto emoryi-Agavetum shawii*) hasta San Diego. Desde la costa del Pacífico, el sector se extiende hasta la línea de crestas de las sierras de la Asamblea, San Borja, San Pedro y San Francisco, cuyas vertientes orientales pertenecen al sector Angelino-Loretano; las laderas occidentales del volcán de las Tres Vírgenes son el límite suroriental de este sector. El límite nororiental se establece con claridad en las proximidades de la bahía de San Luis Gonzaga, donde confluyen los sectores Sanfelipense,

Angelino-Loretano y Vizcaíno. Por el sur, el sector limita con el Magdalenense, al que corresponden la Sierra de la Giganta y las llanuras situadas al suroeste de esta sierra.

El desierto de Vizcaíno es la unidad biogeográfica de la provincia Bajocaliforniana que presenta una mayor diversidad florística y fisiognómica, lo que se debe a tres factores: clima, insularidad y situación del Vizcaíno como frontera entre unidades biogeográficas. Estos tres factores permiten la existencia de unas comunidades vegetales exclusivas del sector y de otras comunidades provenientes de unidades xerofítico-mexicanas y californianas vecinas.

A pesar de que los datos climáticos aportados por TURNER & BROWN (1982) sugieren que el Vizcaíno es el más árido de los desiertos xerofítico-mexicanos, su aridez se ve compensada por la influencia de la corriente fría de California, que hace descender las temperaturas y provoca frecuentes nieblas en este desierto costero. Las criptoprecipitaciones producidas por la niebla hacen que una buena parte de los biotipos dominantes en Vizcaíno sean plantas de hojas arrosadas—en particular del género *Agave*—, que favorecen la condensación y el escurrimiento del agua procedente de las nieblas. Además, éstas reducen la evapotranspiración, disminuyendo el efecto de las bajas precipitaciones que registran las estaciones meteorológicas de este desierto. Como el Vizcaíno está expuesto por el oeste a la corriente fría de California y separado hacia el este de la influencia cálida del Golfo por una serie de cadenas montañosas, sus temperaturas—principalmente las medias de verano—son 5-6° más bajas que las de cualquier otro sector bajocaliforniano.

En este sector están representados los pisos mesotropical y termotropical, este último en aquellos territorios meridionales del sector donde no se deja sentir el efecto de la corriente fría de California y, en cambio, comienzan las influencias de la corriente cálida subtropical; al primero corresponden las comunidades de la alianza *Ferocacto-Agavion cerulatae*, mientras que al segundo pertenecen las comunidades del *Ferocacto townsendiani-Fouquierion diguetii*. Además son típicas de las

llanuras costeras de Vizcaíno las comunidades de suelos alcalinos de la asociación *Atriplici julaceae-Frankenietum palmeri* que cubren grandes extensiones en los alrededores del paralelo 28. Dentro del sector se pueden reconocer dos subsectores; el subsector Central corresponde básicamente con el piso mesotropical y tiene como comunidad más característica la asociación *Agavo cerulatae-Idrietum columnaris*. Un segundo subsector, el Vizcaíno-Meridional, que coincide con la aparición del piso termotropical, tiene como comunidad más característica la asociación *Yucco validae-Fouquierietum diguetii*; la existencia de manglares (*Lagunculario racemosae-Rhizophoretum mangle* y *Lagunculario racemosae-Avicennietum germinantis*) es otra característica de este subsector. La posición ecológica que en el piso termotropical ocupan los manglares es ocupada en el Vizcaíno septentrional por las comunidades de origen Holártico dominadas por *Spartina foliosa* (DELGADILLO & *al.*, 1992).

La existencia del piso mesotropical en Vizcaíno, junto con su aislamiento de otros territorios xerofítico-mexicanos que presentan el mismo piso, ha traído como consecuencia la existencia de numerosos endemismos locales. Entre éstos se cuentan: *Agave avellanidens*, *A. cerulata* ssp. *cerulata* y ssp. *nelsonii*, *A. shawii* ssp. *sebastiana*, *A. vizcainoensis*, *Ambrosia acuminata*, *A. divaricata*, *Astragalus anemophilus*, *A. douglasii* var. *glaberrimus*, *A. fastidius*, *A. harbisonii*, *A. idrietorum*, *A. piscinus*, *Camissonia claviformis* ssp. *wigginsii*, *C. crassifolia*, *C. proavita*, *C. sceptrostigma*, *Cassia purpusii*, *Chaenactis lacera*, *Chorizanthe mutabilis*, *Ch. pulchella*, *Cochemia maritima*, *Cryptantha patula*, *Dalea seemannii* ssp. *trochilina*, *Dudleya albiflora*, *D. acuminata*, *D. gatesii*, *D. rubens*, *Encelia densifolia*, *E. stenophylla*, *E. ventorum*, *Eriogonum elongatum* var. *areorivum*, *E. encelioides*, *E. fasciculatum* var. *emphereium*, *E. intricatum*, *E. pilosum*, *E. pondii*, *E. preclarum*, *E. repens*, *E. scalare*, *Erythea armata*, *Eupatorium peninsulare*, *Ferocactus acanthodes* var. *tortulospinus*, *F. fordii* var. *fordii* y var. *grandiflorus*, *F. gracilis* var. *coloratus* y var. *gracilis*, *F. peninsularae* var. *viz-*

cainensis, *Gilia palmeri* var. *palmeri* y var. *spectabilis*, *Greenella ramulosa*, *Haplopappus odontolepis*, *Helianthemum nutans*, *Ipomopsis gloriosa*, *Justicia hians*, *Lavatera venosa*, *Linanthus uncialis*, *L. vizcainensis*, *Lotus distichus*, *L. nudatus*, *Mammillaria blossfeldiana* var. *blossfeldiana* y var. *shurliana*, *M. brandegeei*, *M. evermanniana*, *M. lewisiana*, *Mirabilis oligantha*, *Nama demissum*, *Nolina heldingii* var. *deserticola*, *N. palmeri* var. *brandegeei*, *Opuntia molesta*, *Pachycormus discolor* var. *pubescens* y var. *veatchiana*, *Penstemon vizcainensis*, *Prosopis globosa* var. *mexicana*, *Rhus lentii*, *Salvia peninsularis*, *Sanicula deserticola*, *Sibara brandegeana*, *S. pectinata*, *Verbena lilacina*, *V. setacea*, *V. shrevei*, *Viguiera lanata*, *V. microphylla*, *V. purissimae*, *Viscainoa geniculata* var. *pinata*, *Xylionagra arborea* var. *wigginsii* y *Yucca valida*.

IIIb. Sector Angelino-Loretano

SHREVE & WIGGINS (1964) y TURNER & BROWN (1982) emplearon la denominación "Central Gulf Coast Subdivision" para dos territorios situados en ambas costas del Golfo de California, que están separados por más de 100 km del mar de Cortés. Teniendo en cuenta esta separación que rompe la continuidad establecida para cualquier unidad biogeográfica, y considerando que, pese a algunas similitudes, existen también notables diferencias florísticas entre esos territorios, parece más adecuado reservar el nombre propuesto por los citados autores para la porción correspondiente a México continental, y proponer el topónimo de sector Angelino-Loretano para la porción peninsular.

Este sector se extiende a lo largo de las costas del Golfo desde la bahía de San Luis Gonzaga, donde comienzan las formaciones del *Ambrosio dumosae-Larreetum tridentatae* de la provincia Colorada, hasta Punta Coyote (24° 54'). El principal rasgo climático del sector es la falta de la influencia de los vientos oceánicos del Pacífico, mientras que resulta muy influenciado por el clima cálido del golfo de California y por las lluvias de verano procedentes del trópico. Esto explica el hecho

de que las comunidades termotropicales del manglar alcancen en este sector su límite septentrional en Norteamérica.

Desde el punto de vista fitosociológico, el sector es muy homogéneo, presentando como comunidad característica la asociación endémica *Burseretum hindsiano-microphylli*. Entre los endemismos exclusivos del sector se encuentran: *Acalypha saxicola*, *Agave sobria* ssp. *roseana*, *Antiphytum peninsulare*, *Archibaccharis peninsularis*, *Asarina flaviflora*, *Berginia palmeri*, *Chorizanthe flava*, *Cochemia setispina*, *Cryptantha fastigiata*, *Cynanchum palmeri*, *Echinocereus ferreirianus*, *Eriogonum austrinum*, *Eucnide aurea*, *Euphorbia taluticola*, *Fagonia densa*, *F. palmeri*, *Ferocactus peninsulæ* var. *peninsulæ*, *Galium moranii* ssp. *aculeolatum*, *Galvezia juncea* var. *foliosa*, *Hofmeisteria fasciculata* var. *fasciculata* y var. *pubescens*, *Houstonia gracilentia*, *H. mucronata*, *Lepidium lasiocarpum* var. *palmeri*, *Machaeranthera crispa*, *M. frutescens*, *Mammillaria angelensis*, *M. fraileana*, *M. insularis*, *M. radiasissima*, *M. verhaertiana*, *Oenothera brandegeei*, *Palafoxia linearis* var. *glandulosa*, *Passiflora arida* var. *cerralbensis*, *Pelucha trifida*, *Perityle aurea*, *P. crassifolia* var. *robusta*, *Phacelia pauciflora*, *Porophyllum crassifolium*, *Serjania albi-da* y *Thamnosma trifoliata*.

IIIc. Sector Magdalenense

Este sector limita por el norte con el sector Vizcaíno, hacia el oeste con el océano Pacífico, hacia el sur con el sector Sanlucano y hacia el este con el sector Angelino-Loretano a lo largo de las cumbres de la Sierra de la Giganta, desde Las Vírgenes hasta Punta Coyote. En la vertiente del Pacífico su límite norte es bahía San Juanico (26° 15'), extendiéndose hacia el sur hasta Guadalupe, en los 24° 10'. Fisiográficamente, este sector está caracterizado por la gran Sierra de La Giganta, con picos de hasta 1.700 m, en cuya base existe la gran planicie de Magdalena, a la que vierten las aguas de aquélla y que soporta extensos cultivos de regadío. Como consecuencia, la asociación dominante en estas llanuras, *Euphorbio californicae-Fouquierietum diguetii*,

es rica en elementos freatófilos, como *Prosopis palmeri* y *Cercidium praecox*. Por el contrario, en los escarpes de la sierra, donde no existe acumulación de agua freática, la comunidad clímax tiene ya influencia de la hiemilignosa sanlucana (*Mascagnio macropterae-Lysilometum candidae*).

Son endemismos magdalenenses: *Agave gigantensis*, *Amauria carterae*, *Asclepias masonii*, *Buddleja crotonoides*, *Burroughsia fastigiata*, *Carterothamnus anomalochaeta*, *Chloris brandegeei*, *Cochemia halei*, *Cynanchum peninsulare*, *Dalea brandegeei*, *D. seemannii* ssp. *trochilina*, *Drymaria gracilis* ssp. *carinata*, *Dryopetalon purpureum*, *Dyssodia littoralis*, *Erythea brandegeei*, *Ferocactus rectispinus*, *Galium carterae*, *G. mechudoense*, *G. moranii* ssp. *moranii*, *Houstonia arena-ria*, *Lophocereus gatesii*, *Lotus oroboides* var. *ramulosus*, *Lycocarpa xanti*, *Machaerocereus eruca*, *Malacothrix xanti*, *Opuntia echinocarpa* var. *nuda*, *O. pycnantha*, *Orcuttia fragilis*, *Perityle lobata*, *Proboscidea gracillima*, *Ruellia cordata*, *Sphaeralcea coulteri* var. *margaritae*, *Trichocoronis wrightii* var. *wigginsii*, *T. xanti* y *Verbena bajacalifornica*.

IV. Provincia Sanlucana

Esta provincia comprende el extremo meridional de la península de Baja California, limitando por el norte con el sector Magdalenense en los alrededores del paralelo 24, y con el sector Angelino-Loretano, en las costas del Golfo a la altura de Punta Coyote. Esta provincia tiene evidentes afinidades florísticas y de vegetación con las costas de Sinaloa; la existencia de hiemilignosas abiertas —correspondientes al Zonobioma II— la diferencian claramente de la provincia Bajocaliforniana. Además, en la Sierra de La Laguna, existen unas formaciones mesotropicales secas de *Quercus* y *Pinus cembroides*, inexistentes en el resto de la península.

En las zonas bajas de esta provincia, y de su único sector (Sanlucano), la vegetación dominante es una hiemifruticeta espinosa de la asociación *Antigono leptopi-Cyrtocarpum edulis*, que corresponde a áreas termotropicales

con ombroclima semiárido. En el mismo piso, cuando las precipitaciones se incrementan, aparece la denominada selva baja caducifolia (*Antigono leptopi-Cyrtocarpum edulis* subasociación *plumerietosum acutifoliae*), en la cual entran mesofanerófitos existentes en la hiemisilva de la región Caribeña (*Acacia cymbispina*, *A. farnesiana*, *A. occidentalis*, *A. willardiana*, *Bursera odorata*, *Ceiba acuminata*, *Erythrina flabelliformis*, *Forchammeria watsonii*, *Haematoxylon brasiletto*, *Jacquinia pungens*, *Karwinskia parvifolia*, *Lysiloma divaricata*, *Pithecellobium mexicanum*, *Plumeria acutifolia* y otras). Este tipo de hiemisilva se extiende entre los 300-800 m, siempre en laderas orientadas hacia los vientos húmedos del mar. Por encima de este piso tropical caducifolio, ya en el piso bioclimático mesotropical —con precipitaciones estivales que pueden superar los 600 mm—, existen bosques de encinos (*Quercus tuberculata*) en las altitudes donde se produce la descarga de las nubes. A mayores altitudes aparecen bosques mixtos de encinos y pinos (*Pinus cembroides* var. *lagunae*, *Quercus devia* y *Arbutus peninsularis*), que alcanzan los 2.200 m en la Sierra de La Laguna.

Componen la flora extraordinariamente rica de esta provincia 293 táxones endémicos peninsulares, de ellos 132 locales. Son especies endémicas: *Abutilon xanti*, *Acacia pacensis*, *Aeschynomene vigil*, *Agave capensis*, *Alvordia fruticosa*, *Arbutus peninsularis*, *Arethusa rosea*, *Aristida purpusiana*, *Astragalus gruinus*, *Ayenia peninsularis*, *Bartschella schumannii*, *Bauhinia peninsularis*, *Begonia californica*, *Behria tenuiflora*, *Bernardia lagunensis*, *Bidens amphicarpa*, *B. nudata*, *Caesalpinia californica*, *C. placida*, *Calliandra peninsularis*, *Carex lagunensis*, *C. longissima*, *Carterella alexanderiae*, *Cassia goldmanii*, *Cochemia poselgeri*, *Coulterella capitata*, *Croton boregensis*, *C. caboensis*, *Cynanchum palmeri*, *Cyrtocarpa edulis*, *Dalea chysorrhiza*, *D. maritima*, *Desmanthus oligospermus*, *Desmodium prostratum*, *Dicliptera formosa*, *Drymaria debilis*, *Dryopetalon crenatum*, *Echinocereus sciurus*, *Epipactis gigantea*, *Euphorbia*

apicata, *E. lagunensis*, *E. xanti*, *Faxonia pusilla*, *Forestiera macrocarpa*, *Garrya salicifolia*, *Geranium flaccidum*, *Guaiacum unijugum*, *Haplopappus arenarius*, *Helianthus similis*, *Hermannia palmeri*, *Heterosperma co-reocarpoides*, *Hibiscus ribifolius*, *Houstonia arenaria*, *H. australis*, *H. peninsularis*, *Ilex californica*, *Indigofera fruticosa*, *I. nelsonii*, *Jatropha giffordiana*, *J. moranii*, *Justicia purpusii*, *Leucaena brandegeei*, *Lippia formosa*, *Malacothrix carterae*, *Mammillaria arida*, *M. baxteriana*, *M. gatesii*, *M. peninsularis*, *M. petrophila*, *M. phitauiana*, *Matelea fruticosa*, *M. umbellata*, *Mecardonia exilis*, *Melampodium sinuatum*, *Mirabilis exserta*, *Mitracarpus linearis*, *Monardella lagunensis*, *Morangaya pensilis*, *Nissolia setosa*, *Nolina beldingii*, *Opuntia burrageana*, *O. rubusta*, *Perezia pinetorum*, *Perityle macromeres*, *Polygala xanti*, *Populus brandegeei*, *Porophyllum ochroleucum*, *P. porphyreum*, *Quercus brandegei*, *Q. devia*, *Ribes brandegeei*, *Rumfordia connata*, *Russellia grandidentata*, *Stachys tenerrima*, *Tagetes lace-ra*, *Tetracoccus capensis*, *Thalictrum peninsulare*, *Tillandsia ferrisiana*, *Tradescantia peninsularis*, *Trixis peninsularis*, *Verberna macrodonta*, *Verbesina erosa* y *V. pustulata*.

V. Provincia Colorado

La provincia Colorado corresponde a lo que SHREVE & WIGGINS (1964) denominaron subdivisión "Lower Colorado Valley" del desierto Sonorense. Se trata de la zona florística-mente más pobre de toda la región Xerofítico-Mexicana. En Baja California la provincia penetra desde occidente a través del delta del Colorado por las llanuras situadas al este de la provincia Martirensis, constituyendo el llamado desierto de San Felipe, cuyo límite meridional se alcanza en la bahía de San Luis Gonzaga. La vegetación más típica de la provincia Colorado son los matorrales de gobernadora (*Ambrosio dumosae-Larreetum tridentatae*), que constituyen la vegetación dominante en las playas y bajadas de los glaciares desérticos; por el contrario, los piedemontes de las sierras

llevan como comunidad característica el matorral rico en cactáceas de la asociación *Echinocereo engelmannii-Agavetum deserti*. Es también una comunidad característica de las ramblas el matorral espinoso de la asociación *Hymenoclea salsolae-Daleetum spinosae*. El hecho de que en algunas localidades bajocalifornianas de este desierto se alcancen las precipitaciones más bajas del hemisferio occidental (Bataques), explica la presencia de las comunidades hiperáridas de óptimo mojaven-se del *Tidestromio oblongifoliae-Atriplicetum hymenelytrae*. Exclusivas del sector Sanfelipense son las comunidades de los suelos alcalinos (*Atriplici polycarpae-Frankenietum palmeri*).

A pesar de la pobreza florística de la provincia Colorado, la elevada riqueza en endemismos de la península de Baja California hace que existan 19 táxones endémicos locales, que deben ser considerados como característicos del sector Sanfelipense: *Agave deserti* ssp. *pringlei*, *A. moranii*, *Ambrosia flexuosa*, *Argemone subintegrifolia*, *Brickellia vollmeri*, *Chorizanthe inequalis*, *Dalea juncea*, *D. orcuttii*, *Encelia ravenii*, *Eriogonum galioides*, *Haplopappus spinulosus* ssp. *scabrellus*, *Hoffmanseggia peninsularis*, *Hymenoclea platyspina*, *Opuntia cineracea*, *Pachycormus discolor* var. *discolor*, *Physalis crassifolia* var. *infundibularis*, *Sibara angelorum*, *Sideroxylon leucophyllum* y *Verbesina palmeri*.

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. Los autores agradecen también al Rancho Santa Ana Botanic Garden de Claremont, California, las facilidades dadas para el uso y consulta de su herbario y biblioteca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AXELROD, D. I. (1958). Evolution of the Madro-Tertiary Geoflora. *Bot. Rev.* 24(7): 433-509.
- AXELROD, D. I. (1975). Evolution and biogeography of Madrean-Tethyan sclerophyll vegetation. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 62: 280-334.
- AXELROD, D. I. (1978). The origin of coastal sage vegetation, Alta and Baja California. *Amer. J. Bot.* 65: 1117-1131.
- AXELROD, D. I. (1979). Age and origin of Sonoran Desert vegetation. *Occas. Pap. Calif. Acad. Sci.* 132: 1-74.
- AXELROD, D. I. (1988). Outline history of California vegetation. In: M. G. Barbour & J. Major (eds.), *Terrestrial vegetation of California*, Ed. 2: 139-194. Davis.
- AXELROD, D. I. (1989). Age and origin of chaparral. In: S. C. Keeley (ed.), *The California chaparral. Paradigms reexamined*: 7-21. Los Angeles.
- BAILEY, R. G. (1991). Design of ecological networks for monitoring global change. *Environmental Conservation* 18(2): 173-175.
- BAIRD, S. F. (1860). Notes on a collection of birds made by Mr. John Xantus at Cape San Lucas. Lower California, and now in the Museum of the Smithsonian Institution. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 1859: 299-306.
- BETANCOURT, J. L., T. R. VAN DEVENDER & P. S. MARTIN (eds.) (1990). *Packrat Middens. The last 40,000 years of Biotic change*. University of Arizona Press, Tucson.
- COLE, K. L. (1986). The Lower Colorado Valley: A Pleistocene desert. *Quaternary Research* 25: 392-400.
- COOPER, J. G. (1859). On the Distribution of the Forests and Trees of North America, with Notes on its Physical Geography. *Ann. Rep. Smithsonian Inst.* 1858: 246-280.
- COPE, E. D. (1873). Zoological description. In: O. W. Gray (ed.), *Gray's Atlas of the United States, with General Maps of the World, Accompanied by Descriptions Geographical, Historical, Scientific and Statistical*: 32-36. Philadelphia.
- DELGADILLO, J. (1992). *Florística y ecología del noroeste de Baja California*. Mexicali.
- DELGADILLO, J., M. PEINADO, M. DE LA CRUZ, J. MARTÍNEZ-PARRAS, F. ALCARAZ & A. DE LA TORRE. (1992). Análisis fitosociológico de los saladares y manglares de Baja California, México. *Acta Bot. Mex.* 19: 1-35.
- DICE, L. R. (1943). *The biotic provinces of North America*. Ann Arbor, Michigan.
- FAVARGER, C. (1964). Cytotaxonomie et endémisme. *Trav. Inst. Bot. Univ. Neuchatel* 11: 23-44.
- FAVARGER, C. & J. CONTANDRIOPOULOS (1961). Essai sur l'endémisme. *Bull. Soc. Bot. Suisse* 71: 384-408.
- GENTRY, S. H. (1978). The agaves of Baja California. *Occas. Pap. Calif. Acad. Sci.* 130: 1-123.
- GOLDMAN, E. A. & R. T. MOORE. (1946). The biotic provinces of Mexico. *Journal Mammalogy* 26 (4): 347-360.
- GOULD, W. F. & R. MORAN (1981). The grasses of Baja California, Mexico. *San Diego Nat. Hist. Mus. Mem.* 12: 1-140.
- HASTINGS, J. R., & R. M. TURNER (1965). Seasonal precipitation regimes in Baja California, Mexico. *Geografiska Ann.* 47: 204-223.
- HOWELL, J. T. (1957). The California flora and its province. *Leaf. W. Bot.* 8: 133-138.
- HUMPHREY, R. R. (1979). *The boojum and its home*. Tucson.
- MARTIN, P. S. & P. J. MEHRINGER (1965). Pleistocene pollen analysis and biogeography of the Southwest. In: H. E. Wright & D. G. Frey (eds.), *The Quaternary of the United States*: 433-451. Princeton.
- MCLAUGHLIN, S. P. (1986). Floristic analysis of the Southwestern United States. *Great Basin Nat.* 46 (1): 46-65.
- MCLAUGHLIN, S. P. (1989). Natural floristic areas of the western United States. *J. Biogeography* 16: 239-248.
- PEINADO, M. & S. RIVAS MARTÍNEZ (eds.) (1987). *La vegetación de España*. Madrid.
- PEINADO, M. & J. DELGADILLO (1990). Introducción al conocimiento fitotopográfico de Baja California (México), *Stvd. Bot. Univ. Salamanca* 9: 25-39.
- PEINADO, M., F. ALCARAZ, J. DELGADILLO, M. DE LA CRUZ, J. ÁLVAREZ & J. L. AGUIRRE (1993a). The coastal salt marshes of California and Baja California. Phytosociological typology and zonation. *Vegetatio* 110 (en prensa).
- PEINADO, M., F. ALCARAZ, J. L. AGUIRRE & J. ÁLVAREZ (1993b). Walter's zonobiomes along the Pacific North American coast: A phytosociological approach. *Vegetatio* (en prensa).
- PEINADO, M., F. ALCARAZ, J. L. AGUIRRE & J. DELGADILLO (1993c). Major plant associations of Neotropical North American Deserts. *J. Veget. Sci.* (enviado).
- RAVEN, P. R. (1988). The California flora. In: M. G. Barbour & J. Major (eds), *Terrestrial vegetation of California*, Ed. 2: 109-138. Davis.
- RAVEN, P. & D. I. AXELROD (1978). Origins and relationships of the California flora. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 72: 1-134.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987). Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología. In: M. Peinado & S. Rivas Martínez (eds.), *La vegetación de España*: 17-46. Madrid.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1993). Bases para una nueva clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Bot. Matrit.* 10: 1-23.
- RZEDOWSKI, J. (1978). *Vegetación de México*. México D.F.
- RZEDOWSKI, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.
- SHREVE, F. (1936). The transition from desert to chaparral in Baja California. *Madroño* 3: 257-264.
- SHREVE, F. & I. L. WIGGINS (1964). *Vegetation of the Sonoran Desert*. Stanford.
- SPALDING, W. G. (1990). Vegetational and climatic development of the Mojave Desert: The last glacial maximum to the present. In: J. L. Betancourt, T. R. Van Devender & P. S. Martin (eds.), *Packrat Middens. The last 40,000 years of Biotic change*: 166-199. Tucson.
- STEBBINS, G. L. (1977). *Flowering plants. Evolution above the species level*. Cambridge, Mass.
- STEBBINS, G. L. & J. MAJOR (1965). Endemism and speciation in the California flora. *Ecol. Monographs* 35: 1-35.
- TAKHTAJAN, A. L. (1986). *Floristic regions of the world*. Berkeley.

- TURNER, R. M. & D. E. BROWN (1982). Sonoran Deserts-crub. In: D. E. Brown (ed.), *Biotic communities of the American Southwest-United States and Mexico. Desert Plants* 4 (1-4): 181-221.
- VAN DEVENDER, T. R. (1990). Late Quaternary vegetation and climate of the Sonoran Desert, United States and Mexico. In: J. L. Betancourt, T. R. Van Devender & P. S. Martin (eds.), *Packrat Middens. The last 40,000 years of Biotic change*: 134-165. Tucson.
- VAN DEVENDER, T. R., R. S. THOMPSON & J. L. BETANCOURT (1987). Vegetation history of the deserts of southwestern North America: The nature and timing of the Late Wisconsin-Holocene transition. In: W. F. Riddiman & H. J. Wright Jr. (eds.), *North America and adjacent oceans during the last deglaciation*: 323-352. Colorado.
- VILLASEÑOR, J. L. (1991). Las Heliantheae endémicas a México: una gufa hacia la conservación. *Acta Bot. Mex.* 14: 29-46.
- WALTER, H. (1985). *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere*. Berlin.
- WIGGINS, I. L. (1960). The origin and relationships of the land flora. Symposium on the biogeography of Baja California and adjacent seas. *Syst. Zool.* 9 (3-4): 148-165.
- WIGGINS, I. L. (1980). *Flora of Baja California*. Stanford.
- WILDPRET, W. & M. DEL ARCO (1987). España Insular, II: Las Canarias. In: M. Peinado & S. Rivas Martínez (eds.), *La vegetación de España*: 515-544. Madrid.

Aceptado para publicación: 8-XI-1993