



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Postgrado

Flora y Vegetación de la Región del Cabo, Baja California Sur, México.

T e s i s

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación Ecología)

Presenta

J o s é L u i s L e ó n d e l a L u z

La Paz, Baja California Sur, Abril de 1999.

Tesis de Doctorado en Ciencias
Uso, Manejo y Preservación de Recursos Naturales
(Orientación Ecología)

Flora y Vegetación de la Región de Cabo, Baja California Sur, México.

José Luis León de la Luz

Comité Tutorial

Tutor Principal: Dr. Alfredo Ortega Rubio

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR

Co-Tutor: Dr. Fernando Chiang Cabrera

Herbario Nacional MEXU, Instituto de Biología, UNAM

Co-Tutor: Dra. Ileana Espejel Carbajal

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, UABC

Co-Tutor: Dr. Peter Ffolliott

School of Renewable Resources, The University of Arizona

Co-Tutor: Dra. Laura Arriaga Cabrera

CONABIO.

Comité Revisor de Tesis

Dr. Alfredo Ortega Rubio

Dr. Fernando Chiang Cabrera

Dra. Ileana Espejel Carbajal

Dr. Peter Ffolliott

Dra. Laura Arriaga Cabrera

Miembros del jurado del exámen doctoral

Dr. Alfredo Ortega Rubio

Dr. Fernando Chiang Cabrera

Dra. Ileana Espejel Carbajal

Dr. Ricardo Rodríguez Estrella.

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR

Dra. Ma. Del Socorro González Elizondo.

CIIDIR-IPN Unidad Durango

**Flora y Vegetación
de la Región del Cabo,
Baja California Sur, México**

Índice General

Prefacio	iii
Agradecimientos	v
Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Antecedentes	4
Objetivos	6
Materiales y métodos	
I. Flora y vegetación.....	7
II. La vegetación transicional árida a tropical-seca	9
III. Fenología floral	11
Resultados	
I. Flora y vegetación.....	13
II. La vegetación transicional árida a tropical-seca	19
III. Fenología floral	21
Discusión	
I. Descripción de la flora y vegetación	24
II. La vegetación transicional árida a tropical-seca	27
III. Fenología floral	29
Conclusiones	
I. Aspectos florísticos y sinecología.....	30
II. Vegetación	31
III. Estudio fenológico florístico	32
Bibliografía	34
Figura 1	39
Figura 2	40
Figura 3	41
Figura 4	42
Figura 5	43
Figura 6	44
Figura 7	45
Figura 8	46
Cuadro 1	47
Cuadro 2	49
Cuadro 3	50
Cuadro 4	51
Cuadro 5	52

Cuadro 6	53
Cuadro 7	54
Cuadro 8	56
Cuadro 9	59
Cuadro 10	61
Cuadro 11	63
Cuadro 12	64

ANEXOS

Publicación "1" Fenología floral

Publicación "2" Flora de la Región del Cabo

Publicación "3" Vegetation of the lowlands of the Cape Region, B.C.S., México

PREFACIO

En la presente tesis, se presenta un estudio de la flora y la vegetación de una de las áreas naturales del país apenas contempladas por botánicos extranjeros y por escasos investigadores mexicanos hasta la fecha. Como resultado del programa de trabajo, se han generado hasta el momento seis artículos científicos en revistas arbitradas, tres de los cuales conforman la esencia de la investigación doctoral, algunos más se encuentran en preparación para ser presentados como artículos de investigación.

Artículos que forman el núcleo de la investigación:

1. León de la Luz, J. L., R. Coria B. y M. Cruz E. 1996. Fenología Floral de una Comunidad Arido-Tropical de Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana* vol. 35, pag. 45-64. Publicado.
2. León de la Luz, J. L., J. J. Pérez-Navarro y M. Domínguez L. 1999a. Flora de la Región del Cabo, Baja California Sur, México. Serie Listados Florísticos de México, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. En prensa.
3. León de la Luz, J. L. y J. J. Pérez-Navarro. 1999. Vegetation of the lowlands of the Cape Region of Baja California Sur, Mexico: a transitional xerophilous-tropical plant community. En *Revision en: Journal of Vegetation Science*.

Artículos adicionales desarrollados en el contexto del tema de investigación:

1. Domínguez, R., y J. L. León de la Luz. 1996. Evaluación de la flora apícola en dos tipos de vegetación en Baja California Sur, México. *Agrociencias (Serie Recursos Naturales)* 30 (3): 417-421.
2. Fryxell, P. A., J. L. León de la Luz and M. Domínguez L. 1997. New Species and new records for the Malvaceae of Baja California Sur. *Contributions of the University of Michigan Herbarium*. 21: 197-204.
3. León de la Luz, J. L., R. Domínguez and M. Domínguez. 1997. Floristic composition of the San José del Cabo oasis, Baja California Sur, México. *SIDA, Contributions to Botany* 17 (3): 599-614.
4. León de la Luz, J. L., E. Troyo-Diéguez, F. López-Gutiérrez y M. M. Ortega-Nieblas. 1999b. "Caribe" (*Cnidoscolus angustidens* Torr.) a promising oilseed geophyte from northwestern Mexico. *Journal of Arid Environments*. Aceptado.

Además de los artículos de contexto del tema de la investigación doctoral y dentro del período del desarrollo de los estudios doctorales, se ha generado de manera periférica una contribución como capítulo de libro y siete artículos adicionales:

Como capítulo:

1. León de la Luz, J. L., R. Coria, R. Domínguez y M. Domínguez. 1997. La fenología floral de una comunidad vegetal en la bahía de La Paz, B. C. S. en: J. Urbán y M. Ramírez Rodríguez, La Bahía de la Paz, Investigación y Conservación. Universidad Autónoma de Baja California Sur - CICIMAR - Scripps Institution of Oceanography pp. 249-264

Como artículos:

1. Ortega-Rubio, A., F. Salinas, A. Naranjo, C. Argüelles, J. L. León de la Luz, A. Nieto, R. Aguilar y H. Romero. 1995. Survival of transplanted xerophytic plants assessed (Baja California Sur, Mexico). Restoration and Management Notes 13:2: 223-224 winter.
2. López-Gutiérrez, F. y J. L. León de la Luz. 1997. A dichotomic individual of organ pipe cactus *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Gibson & Horak var. *thurberi* in Baja California Sur, México. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. Tomo XLII, Abril-Junio 1997 No. 2, p 43-47
3. Ortega, A., A. Castellanos, G. Arnaud, S. Alvarez y J. L. León de la Luz. 1997. La cisterna de la Región de Los Cabos, B.C.S. Ocelotl: Revista Mexicana de Conservación. Número 6, p. 24-29.
4. León de la Luz, J. L. y J. J. Pérez Navarro. 1999. Un Herbario en Baja California Sur, ¿para qué?. Boletín Curador No. 4. Universidad Autónoma de Baja California Sur. En Prensa.
5. León de la Luz, J. L. y R. Coria B. 1999. Historia de las Colecciones Botánicas en Baja California Sur. Boletín Curador No. 5. Universidad Autónoma de Baja California Sur. En Prensa.

Agradecimientos

Los resultados mostrados en la presente tesis son el producto de varios años de trabajo de campo, pero su concretización como información escrita se ha realizado dentro del período en el que el autor ha estado inscrito en el programa de posgrado en el CIBNOR. En los años de trabajo, múltiples personas han participado en distinto grado, prácticamente todos ellos son mencionados en las co-autorías de las publicaciones núcleo y periféricas, a riesgo de omitir el nombre de éstas, me permito citarlas nuevamente: el Ing. Raymundo Domínguez y Don Miguel Domínguez León han sido importantes factores en la conformación del herbario HCIB, así como el Biol. José Juan Pérez Navarro, quien desde su ingreso al herbario en 1995 ha revitalizado la actividad de exploración, colecta e identificación. La participación de la Biól. Rocío Coria Benet, mi esposa, y luego del ISC Joaquín Rivera Rosas han permitido tener organizada al día la información de la base de datos del herbario, la ayuda de ambos en la extracción de información y en la preparación de tablas y figuras es invaluable.

Manifiesto también mi agradecimiento a mis colegas, M. en C. Aurora Breceda y Dr. Ricardo Rodríguez por las sesiones de discusión sobre el tema (y otros relacionados) con la investigación.

El apoyo, presión y constante estímulo del Dr. Alfredo Ortega han sido también importantes factores para aterrizar esta investigación. Mi profundo agradecimiento a todos los miembros del Comité Tutorial por su tiempo, paciencia y agudas observaciones en la clarificación de ideas y redacción final del texto, al Dr. Ellis Glazier por la revisión del resumen en inglés y al Dr. Exequiel Ezcurra por su desinteresada ayuda en la revisión final de la publicación tres.

Finalmente, externo mi agradecimiento al CONACYT por el inmerecido apoyo económico que me brindó como becario, así como a las autoridades del CIBNOR por las facilidades que me ofrecieron para desarrollar y culminar esta investigación.

RESUMEN

Aún hoy en día, algunas áreas de la península de Baja California se encuentran relegadas en cuanto a la exploración y conocimiento de su composición florística y su vegetación, una de éstas es la denominada Región del Cabo. Esta región natural se asienta en una superficie con alta diversidad topográfica que ha facilitado el desarrollo de ciertos niveles de diversidad florística y de unidades de vegetación.

La presente investigación aborda 3 aspectos. 1) un estudio florístico exhaustivo en la zona de estudio en las cinco comunidades vegetales que conforman la región: el bosque de pino-encino (BPE), el bosque de encino (BE), la selva baja caducifolia (SBC), el matorral sarcococle (MSC), y la vegetación de ambientes costeros (VC). 2) Un estudio comparativo sobre las propiedades florísticas y estructurales de la vegetación que se ubican en gradiente ambiental árido al tropical-seco de esta misma región (SBC, MSC y Desierto Sonorense (DS), y 3) una investigación sobre el patrón fenológico reproductivo de una localidad dentro del MSC, la cual, entre otros aspectos, permite generar conocimiento básico de utilidad potencial para el establecimiento de aprovechamientos apícolas en este tipo de vegetación, el más extendido en la región de estudio.

Los resultados y conclusiones que destacan en el estudio florístico son: la actualización de la composición florística de la región, que comprende la adición de 67 nuevos registros de especies en comparación con el último compendio florístico efectuado para la misma región, la descripción de cuatro nuevas especies nuevas para la ciencia y la detección de otras más que requieren mayor atención y esfuerzo taxonómico.

En el estudio de vegetación, los principales resultados incluyen además de la tipificación estructural de las unidades de vegetación, un análisis sobre aspectos sinecológicos, propiedades dimensionales y de homogeneidad florística en el gradiente ambiental árido a tropical-seco.

Finalmente, el estudio fenológico reproductivo realizado en una localidad representativa del MSC (la comunidad vegetal más extensa en la región de estudio) reveló un prolongado patrón en la floración, o baja sincronía en la misma, a lo largo del ciclo anual. Desde el punto de vista de aprovechamiento de recursos silvestres, tal propiedad de la comunidad permite una alta disponibilidad de alimento en el año para el gremio de polinizadores. Este hecho sentaría las bases para establecer un desarrollo apícola de alto nivel con volúmenes rentables para los pobladores regionales, mismo que actualmente es incipiente.

ABSTRACT

Some Baja California areas have been historically ignored by botanical explorations and so their knowledge of the flora and vegetation are incomplete. One of these is the Cape Region. This natural region is located on an uneven topographical area that has provided a high floristic and vegetation diversity.

This research studies three aspects: 1) an exhaustive floristic exploration through the five plant communities that make up the region; the oak-pine woodland (BPE), the oak woodland (BE), the tropical deciduous forest (SBC), the sarcocaulous scrubland (MSC), and the coastal vegetation (VC). 2) comparative research on the floristic and structural characteristics of the vegetation in the arid and dry-tropical environmental gradient in the same region, SBC, MSC, and Sonoran Desert (SD), and 3) research on the reproductive phenological pattern of a location representative of the MSC, which looks at the necessity of generating basic knowledge to establish bee-keeping usages in this vegetation, the most extensive in the cape area.

Our results and conclusions emphasize the update of the floristic richness and the endemism rate of each plant community. The flora compendium includes the addition of 67 new records in relation to a former research in the same area, the description of four new species of flowering plants, and the finding of several more that require further taxonomical attention.

For vegetation, the main results include the structural characterization of each plant community, the analysis of some synecological aspects, dimensional properties, and floristic homogeneity in the dry to dry-tropical environmental gradient.

Finally, for resource management, the phenological study made at a representative location in the MSC displayed an extended flowering pattern, or low synchrony in anthesis, during the annual cycle. Taking advantage of this, the long flowering period allows availability of forage resources for pollinators. Bee-keeping practice could be installed to activate productivity in the local economy. Presently, such practice is only incipient in the Cape Region.

INTRODUCCION

Uso y manejo de los recursos es la denominación de la especialidad del Doctorado en Ciencias en el que se inserta la presente investigación. Uso y manejo de los recursos, en un contexto de desarrollo sostenible, es, hoy en día, la pretensión central de organizaciones ambientalistas, autoridades institucionales e investigadores científicos, tanto del país como del extranjero.

Desde la perspectiva del ambiente terrestre, el conocimiento de la flora, la manera en que se estructura (dimensional y espacialmente) y manifiesta sus propiedades fenológicas en escalas espacio-temporales en un ambiente en particular, constituyen los elementos biológicos clave que determinan no sólo la clase y abundancia de la fauna silvestre asociada, sino también gran parte de las actividades productivas y calidad de vida de la población humana de esa región.

Desde la perspectiva humana, conocer los recursos vegetales de cada comunidad vegetal, o de un sitio en particular, es el elemento básico, y el primer paso, para llegar a establecer medidas para el uso y manejo integrativo de los recursos, o bien para implementar prácticas de protección del conjunto de los recursos naturales que allí se encuentran.

La investigación aquí desarrollada comprende el estudio de la composición florística y de las unidades de vegetación donde los componentes florísticos se asocian, de una región natural del extremo sur de la península de Baja California bajo los siguientes aspectos: uno es el inventario florístico, el siguiente es el descriptivo sobre cada comunidad vegetal, otro es el estructural sobre las comunidades vegetales más características y de mayor extensión geográfica, y por último se realiza una investigación que sienta las bases para incentivar aprovechamientos sostenibles, en el que la vegetación es contemplada como un recurso susceptible de generar beneficios económicos sin menoscabo de su integridad.

ANTECEDENTES

Desde mediados del siglo XIX, numerosas instituciones, fundaciones y particulares del extranjero han realizado exploraciones para estudiar la biota de la península de Baja California. Sus observaciones, resultados y conclusiones han motivado el interés de subsecuentes generaciones de investigadores, también del extranjero, que en su conjunto han producido la mayor parte de la bibliografía sobre los recursos naturales peninsulares. La participación de investigadores de instituciones mexicanas es hoy en día proporcionalmente baja.

La península posee una estratégica posición geopolítica, sobre la cual es cada vez más necesario, para los mexicanos, establecer control sobre el conocimiento y uso de sus recursos bióticos. Entre otras, permitiría plantear estrategias de conservación y desarrollo, a corto y largo plazo, acordes a la creciente demanda de recursos que el país y la región requieren.

La vegetación es el elemento principal del paisaje y puede considerarse un indicador de las potencialidades de desarrollo para una región. Además de representar el soporte sobre el cual se sustenta la fauna silvestre y se conserva el suelo, las actividades humanas del sector rural dependen directamente de su uso. Desafortunadamente, la sostenibilidad de los recursos vegetales en el tiempo no es contemplada en las actividades de aprovechamiento, muchas veces por el desconocimiento de sus limitaciones como recurso natural.

La presente investigación comprende el estudio de la flora y de las principales unidades de vegetación en la denominada Región del Cabo, misma que actualmente constituye una de las áreas peninsulares más afectadas por actividades humanas, derivado del dinamismo de la industria turística y del crecimiento poblacional en general.

La región presenta cierta heterogeneidad ambiental, conformada fisiográficamente por montañas, piedemontes, lomeríos, planicies aluviales, arroyos y la franja costera. Dicha heterogeneidad se presenta en un gradiente al cual el poco más del millar de especies vegetales que conforman su flora se expresan de acuerdo con sus compatibilidades, con la incidencia de los agentes del medio.

Convencionalmente, se ha estipulado que las poblaciones de especies vegetales se agrupan en unidades de vegetación o comunidades vegetales. En nuestro país, se han tipificado de acuerdo con sus dominantes fisonómicos y/o alguna característica que permita describirlos sintéticamente; las propuestas de Miranda y Hernández X. (1963) y Rzedowski (1978), son las referencias obligadas para su reconocimiento.

Sobre la región montañosa de la Región del Cabo se ubican las comunidades boscosas de pino-encino (BPE) y encinar (BE), la primera presenta el mayor nivel de endemismos de la región. La denominada selva baja caducifolia (SBC) o bosque tropical caducifolio es una comunidad que ocupa cañones y piedemontes, contiene la mayor diversidad de especies de la región. Una de las comunidades poco conocidas y documentadas es, por un lado, la designada como matorral sarcocaula (MSC), misma que ocupa planicies aluviales; también se reconoce dentro del Desierto Sonorense (Shreve y Wiggins 1964, SPP-INEGI 1981a). Estas dos últimas soportan la mayor presión de aprovechamientos del medio rural en el sur de la península.

El último tipo es la Vegetación Costera (VC), constituida por playas, dunas, salitrales, manglares y acantilados rocosos. El conjunto se encuentra delineando casi 300 km de litoral. Las agrupaciones de especies no siempre son continuas y a veces de extensión apenas advertida; se acepta que el conjunto se ubica en función del ambiente edáfico (Johnson 1977). Recientemente se realizó una tesis de Licenciatura en biología dirigida por el autor (Pérez-Navarro 1995) de la cual se incluyen en este trabajo sólo los resultados y las conclusiones.

Los aprovechamientos sobre la vegetación sudcaliforniana se han venido dando históricamente ya sea como forraje para la crianza de ganado vacuno, como fuente de energía y construcción en general, estas actividades se consideran de impacto en diverso grado sobre el balance y estructura natural de la vegetación; en muchos casos, la erosión del suelo es un reflejo del abuso de tales prácticas. El aprovechamiento de la flora nativa por medio de la apicultura puede considerarse útil en sentido rentable y a la vez de impacto positivo sobre la vegetación, ya que en general se considera que el forrajeo de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) incrementa la formación de semillas viables de un gran número de especies vegetales (Lovett Doust y Lovett Doust 1988). Se realizó un estudio sobre el monitoreo del patrón fenológico-reproductivo en una localidad representativa de la comunidad del MSC, misma que además de proporcionar información científica básica, permite estimar las potencialidades de la vegetación como base de aprovechamientos apícolas, reconocidos como ecológicamente estables, y de bajo o nulo impacto sobre la vegetación, e inclusive como beneficioso para la misma.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un estudio sistematizado sobre la flora y vegetación de la Región del Cabo.

Particulares

- a) Obtener un listado florístico actualizado para la región y por comunidad vegetal, basado principalmente en trabajo de colecta propio y en su identificación, así como en la revisión de referencias bibliográficas, y finalmente, en la consulta de ejemplares herborizados en colecciones del extranjero, sitios donde se han depositado históricamente ejemplares de esta procedencia. Paralelamente, presentar una propuesta de distribución espacial de cada una de las unidades de vegetación.
- b) Determinar la composición y atributos estructurales de las principales unidades de vegetación por medio de muestreos de campo de localidades representativas de cada una.
- c) Analizar comparativamente las propiedades de la vegetación en el gradiente ambiental que comprende la vegetación de filiación árida del desierto Sonorense (DS) a la árido-tropical (selva baja caducifolia, SBC), extremos en cuyo interior se ubica el matorral sarcocaulé (MSC). En este objetivo particular, se trabajó con la hipótesis de que las especies se agrupan en gremios cuya estructura espacial y dimensional refleja su posición en el gradiente.
- d) Realizar un estudio sobre la fenología floral de una comunidad, aspecto funcional de la vegetación que presenta repercusiones para el aprovechamiento de los recursos vegetales de la región. Específicamente, analizar el potencial de la vegetación representativa del MSC para la producción apícola.

MATERIALES Y METODOS

I. Flora y Vegetación

El estudio de la flora de la Región del Cabo requirió la inversión de casi diez años de esfuerzos en trabajo de campo e identificación de material, pero fue en los últimos cuando el esfuerzo se intensificó. El trabajo de campo e identificación de material colectado se completó con la visita a herbarios del Estado de California (UC, CAS, SD) en donde se han depositado millares de ejemplares peninsulares desde finales del siglo pasado. Al respecto, en Wiggins (1980) se encuentra una recapitulación de la historia de las expediciones hasta los años 60.

Cabe resaltar que durante los tres últimos años en los que se ha desarrollado la presente investigación doctoral, el autor ha efectuado 34 salidas de campo a diferentes puntos de la región para realizar trabajo de colecta; cada una de las expediciones ha constado en promedio de 3 personas que han participado en la colección, por un período de 3 días de campo. Así, el número horas-hombre dedicado tan sólo a la labor de colecta (8 horas diarias) asciende a casi 2,500 horas/hombre. El número de ejemplares colectados dentro de la región del estudio asciende a casi 6,000 ejemplares, repartidos entre 4 colectores.

Una vez colectado cada ejemplar, debe ser secado, esterilizado, identificado, etiquetado y capturado, para finalmente ser intercalado en la colección del herbario del CIBNOR. Un estimado de la inversión horas/hombre en estos 3 últimos años es de poco más de 5,000, si se consideran 4 horas diarias por dos personas durante 210 días hábiles en el año

Las colectas en la Región del Cabo han sido el eje sobre el que se ha desarrollado el herbario del CIBNOR (HCIB), uno de los tres existentes en el noroeste de México.

Asimismo, el autor dentro del período en que ha estado inscrito en el programa de doctorado (finales de 1995), ha desarrollado las siguientes estancias en herbarios del Edo. de California para corroborar la identificación de material de dudosa identificación primaria y recabar información histórica de los ejemplares colectados en la zona de estudio:

- Herbario del Museo de Historia Natural de San Diego, San Diego, Cal. Noviembre de 1995.
- Herbario de la Academia de Ciencias de California, San Francisco, Cal. Noviembre de 1996.
- Herbario del Museo de Historia Natural de San Diego, San Diego, Cal. Diciembre de 1996.
- Herbario de la Academia de Ciencias de California, San Francisco, Cal. Abril 1997.
- Herbario de la Universidad de California, Berkeley, Cal. Abril de 1997.
- Herbario del Museo de Historia Natural de San Diego, San Diego, Cal. Abril de 1997.

De la depuración de la base de datos del herbario para el área correspondiente a la Región del Cabo, se constituyó la versión primaria de la flora respectiva. Esta información fue confrontada y complementada con varias referencias bibliográficas, como la recopilación histórica para esta misma región de Lenz (1992) y principalmente de la revisión de ejemplares de herbarios californianos.

La versión final de la flora se presentó como publicación a la serie listados florísticos de México del Instituto de Biología, UNAM (León de la Luz *et al.* 1999a). Con la finalidad de representar esquemáticamente la relación entre las cinco comunidades, se elaboró una matriz de ausencia-presencia (0, 1) de especies a partir de la información contenida. Por medio del programa MVSP (version 2.1a), se optó por el índice de similitud de Jaccard (basado en la presencia de especies) para finalmente, por el análisis de conglomerados con el método de porcentaje de similitud, obtener un dendrograma que mostrase la relación buscada.

Con el fin de determinar las características estructurales de las especies dominantes (árboles y arbustos) y la distribución espacial de las unidades de vegetación, se realizaron muestreos de vegetación en 31 diferentes localidades representativas de las cuatro comunidades de la Región (BPE, BE, SBC, MSC).

En el BPE y BE se realizaron 2 muestreos en c/u, en la SBC 12 y en el MSC 15. Sobre la vegetación costera (VC), debido a que se realizaron por otro autor, se presentan aquí transcritos los resultados de Pérez Navarro (1995). El cuadro 1 muestra las localidades de muestreo en referencia, su ubicación geográfica, rasgos climáticos del área y otras características físicas de cada sitio. En la figura 4 se ubican cada uno de los puntos numerados en el cuadro 1.

El criterio básico para determinar los puntos de muestreo fue el carácter "no alterado" del sitio, para el cual se consideró evitar áreas con evidencias de disturbio, como: el estar alejados de carreteras, caminos y poblados, el ramoneo del ganado, aprovechamientos del leño, y otros. También, cabe considerar que la elección dispersa del conjunto de localidades en cada comunidad permitió la incorporación de la variabilidad que cada comunidad posee, la cual es producto de procesos naturales como los estadios diferenciales de sucesión o la distribución en mosaico de la vegetación.

En cada uno de los puntos de muestreo se establecieron transectos de 200 m de largo por 5 m de ancho (= 1000 m²). En cada transecto se identificaron árboles y arbustos mayores de 20 cm de altura, a cada individuo se le determinó su altura y dos dimensiones (mayor y menor) de su copa para calcular su cobertura (sobre la consideración que ésta se ajusta a una forma elíptica). De este modo,

por cada localidad se obtuvo una hoja sintética de resultados, la cual incluyó: las especies encontradas, su adscripción ya sea como árbol (Ar) o arbusto (Ab), su altura y cobertura promedio. Finalmente, se obtuvo una hoja representativa para cada comunidad, donde se incluyeron a las variables frecuencia, densidad, altura y cobertura por especie. Los valores relativos para cada variable se transformaron a valor de arcoseno para normalizarlos de acuerdo al procedimiento de Goldberg (1982). La suma del valor relativo de la transformación se determinó como el valor relativo de importancia o VRI, el cual es un índice que mide la dominancia o calidad de los componentes de la vegetación y que permite jerarquizarlos (Brower y Zar 1977).

II. La vegetación transicional árida a tropical-seca

Fisonómicamente, el matorral sarcocaulé (MSC) representa una clase de vegetación intermedia entre la tropical-seca y la francamente xerófita (Shreve 1937a, 1937b). La carta oficial de vegetación de México (SPP-INEGI 1980a) lo señala como un tipo genérico de vegetación que se extiende en la mayor parte de la península de Baja California, sur-centro del estado de Sonora y porción noroccidental de Sinaloa. Rzedowski (1979) menciona que posiblemente el MSC de la Región del Cabo ocupa el nicho ecológico del bosque espinoso del interior del país.

De acuerdo a la teoría determinista de la vegetación (Burrows 1990) la composición y estructura de los vegetales se encuentra en función de la disponibilidad de recursos del medio físico, los cuales varían gradualmente en sentido geográfico, así como en las restricciones que impone. Noy-Meir (1980) establece que en el medio árido los niveles de precipitación pluvial (la causa primaria de la disponibilidad del agua) y las temperaturas extremas, son los factores selectivos más críticos para el establecimiento de individuos vegetales y de sus asociaciones.

La SBC y el MSC se ubican contiguamente en un gradiente de comunidades que se continúa con las agrupaciones florísticas del Desierto Sonorense (DS). Un conjunto de especies vegetales comunes se distribuyen a lo largo del gradiente ambiental, éstas se estructuran en el espacio geográfico en un sutil balance entre la disponibilidad de recursos y las restricciones del ambiente climático.

Formas de vida o crecimiento, estratificación y crecimiento horizontal, son atributos de los individuos y poblaciones que se suceden unos a otros a lo largo del gradiente ambiental. El concepto de diversidad es un atributo propio de una agrupación de poblaciones de especies (Whittaker 1975), el cual es definido por un algoritmo que determina un equilibrio entre el número de especies y la densidad de individuos respectiva, en un área de muestreo.

Por las restrictivas condiciones del medio, el desértico es reconocido con alto nivel de recambio de especies (Schluter y Ricklefs 1993), ya que la variabilidad del sustrato sensibiliza las capacidades que afectan los niveles de sobrevivencia y el establecimiento de los individuos vegetales. Ligeras variaciones en el sustrato (nutrientes, exposición, pedregosidad y textura de partículas) crean microambientes particulares que en distinto grado afectan la sobrevivencia, estructura de individuos, y la fijación de sus plántulas. Variaciones en textura de suelo afectan localmente el crecimiento de raíces y la disponibilidad de agua (McAuliffe 1994).

El objetivo de esta investigación particular es el de encontrar un patrón en la composición florística y de atributos estructurales en un gradiente de comunidades vegetales, mismas que responden a un “continuo” en la incidencia de variables climáticas, como precipitación y temperatura. Como hipótesis se plantea que la distribución de especies y sus grupos, se presentan en espacios geográficos que en zonas de coincidencia determinan lo que se conoce como comunidades vegetales. Adicionalmente, de acuerdo al principio que enlaza la disponibilidad de agua con la producción de biomasa vegetal, los atributos dimensionales deben seguir la serie tropical, tropical-seco, y desértico, respectivamente.

La metodología consistió en realizar muestreos en parcelas de vegetación en localidades representativas a cada comunidad. A las ya señaladas para el MSC y la SBC (ver el apartado anterior, I. Flora) se añaden, con fines de considerar los atributos de la vegetación en condiciones francas de aridez, la información de los muestreos realizados en seis distintas localidades del desierto Sonorense (DS). El cuadro 1 señala también la posición geográfica de las localidades del DS muestreadas, así como algunas características ambientales, sus localidades pueden ubicarse en el mapa de la figura 4 (señaladas 32 a 37).

Los procedimientos de muestreo fueron los ya apuntados en el apartado anterior así como el procedimiento de síntesis de información en cada localidad y para cada tipo de vegetación. En este caso se enfatizó en designar un tipo o forma de vida a cada especie (árbol o arbusto). El propósito de este análisis fue el de comparar la variación de la vegetación emergente en las tres comunidades, por esta razón se excluyeron los datos respectivos de altura y cobertura de los individuos arbóreos menores de 1m de altura y los arbustivos menores de 0.50 m de altura. El análisis consistió en probar la significancia de los promedios de altura y cobertura para cada forma de crecimiento en cada comunidad por medio de la prueba de análisis de varianza de un factor (ANDEVA I), se realizaron cuatro comparaciones independientes una de otra: la variable independiente fue

“comunidad de adscripción” y las dependientes los valores de altura (para arbóreas y arbustivas) y cobertura (arbóreas y arbustivas).

Otro aspecto de la investigación comprende la determinación de la similitud florística entre las comunidades. Se empleó el índice de similitud de Ellenberg, IS_E (Müeller-Dombois y Ellenberg 1974), el cual está basado en el coeficiente de comunidad de Jaccard. Este índice se usó para calcular la similitud entre las localidades de cada comunidad. El índice establece:

$$IS_E = (S_C/2) 100 / (S_A + S_B + S_C/2)$$

Donde S_C representa la suma de los individuos de las especies comunes en ambas localidades a compararse; S_A y S_B representan la suma de los individuos exclusivos a cada localidad. El procedimiento implica cálculos por pares de localidades. Así, para el MSC caben 105 posibles combinaciones al comparar las 15 localidades allí muestreadas, para la SBC (12 localidades) 66 combinaciones y para el DS (6 localidades) 15 combinaciones. El propósito es comparar los valores de los obtenidos para cada comunidad para descubrir si existe alguna tendencia de la beta diversidad (el recambio de especies y su densidad para cada comunidad, el cual puede ser estimado entre dos comunidades o localidades como: 1 - el índice de similitud) en el gradiente ambiental donde se asientan estas comunidades.

III. Fenología floral

Además de generar conocimiento básico en relación con el patrón de floración, aspecto funcional importante de la comunidad, esta investigación surgió de la conveniencia de hacer notar que la flora silvestre puede rendir aprovechamientos sustentables, a diferencia de su uso tradicional como forraje para el ganado mayor y aprovechamientos forestales que afectan significativamente el balance de la condición silvestre de las poblaciones de vegetales.

Durante dos años consecutivos (los cuales variaron en precipitación pluvial total anual de manera significativa) se efectuaron recorridos mensuales a través de rutas fijas en las 200 has del predio "El Comitán", localidad típica del MSC, misma que a la fecha del estudio se encontraba al margen de aprovechamiento alguno desde hacía al menos una década.

Los recorridos incluyeron lechos de arroyos y principalmente la planicie aluvial, misma que representa la condición topográfica característica de dicha comunidad vegetal, para la cual se propone que los resultados de esta investigación particular sean extensivos. No obstante, en los márgenes de los arroyos los componentes arbóreas y arbustivos alcanzan su mejor expresión en cuanto a sus dimensiones y manifiestan su fenología (hojas, flores, frutos) con mayor robustez que

los individuos de la misma especie ubicados en la planicie. Este hecho es atribuible a una supuesta mayor retención de humedad edáfica en el suelo del cauce. Además, bajo el dosel, el microambiente que se crea permite que especies herbáceas (anuales y perennes) prolonguen su estadio fenológico por mayor espacio de tiempo.

También, es notable que en la planicie aluvial los individuos perennes presentan un mayor espaciamiento que en el cauce del arroyo.

A la vez que se efectuó el monitoreo de individuos, se elaboró una lista florística en la cual se registró la presencia de especies en floración. Se siguió la nomenclatura de Wiggins (1980). Las especies se ordenaron de acuerdo con las formas de vida definidas por Shreve y Wiggins (1964) para el Desierto Sonorense, a grandes rasgos: árboles, arbustos, herbáceas perennes, anuales, trepadoras (anuales y perennes) y parásitas. La forma "suculentas" integró principalmente a las especies de cactáceas (arborescentes y arbustivas). Un mínimo de 5 individuos por especie se consideró suficiente para acreditar el registro de "en floración". El resultado fue una listado con 136 especies con anotaciones mensuales de su estadio en floración y fructificación.

RESULTADOS

I. Flora y Descripción de la Vegetación

Flora

Las figuras 1, 2 y 3 señalan los principales rasgos ambientales del sur de la península de Baja California; respectivamente, se refieren a isoyetas anuales (SPP-INEGI 1980b), isotermas medias anuales (SPP-INEGI 1980c) y climas (SPP-INEGI 1981). Con base en el criterio de geología superficial y al tipo de suelo derivado, se presentan en la figura 4 los límites geográficos de la Región del Cabo y la distribución de cada comunidad vegetal.

La figura 5 presenta esquemáticamente el grado de semejanza florística entre las cinco comunidades. La parte baja del dendrograma muestra los valores de similitud del índice de Jaccard. El dendrograma muestra la conformación de tres grandes grupos florísticos de comunidades (VC, SBC-MSB y BPE-BE).

Es palpable que la VC es florísticamente muy diferente al resto de comunidades. Por este hecho y por la alta selectividad de su ambiente, estructuralmente posee también características propias.

El cuadro 2 exhibe sinópticamente la flora de la Región por comunidad reconocida y nivel taxonómico, así también muestra la proporción de endemismos (especies + categorías menores) global para la región (13.6 %).

La proporción área/ número de especies (1120/ 8,500 km²) es parecido al registrado en otras áreas del interior del país de extensión similar, como el Valle de México con ± 7,500 km² y 2071 especies (Rzedowski y Rzedowski 1989) y el árido Valle de Tehuacán-Cuicatlán con ± 10,000 km² y cerca de 1,500 especies (Villaseñor *et al.* 1990), de las cuales casi el 30% se consideran endémicas.

A nivel genérico, para la región se acepta el endemismo de *Behria* (Amaryllidaceae) y *Morangaya* (Cactaceae) en las comunidades boscosas; *Carterella* (Rubiaceae), *Clevelandia* (Scrophulariaceae) y *Faxonia* (Compositae) para la SBC; *Bartschella* (Cactaceae) para el MSB y *Coulterella* (Compositae) para la VC. Todos estos géneros son monoespecíficos.

El cuadro 3 muestra la proporción de familias y géneros mejor representados en función de su abundancia en especies y categorías menores. La mayor parte de estas familias son también dominantes en otras áreas del país con ambiente similar, como Chamela, Jal. (Lott 1985), Durango (González *et al.* 1991), y el Desierto de El Vizcaino (León de la Luz *et al.* 1995). Destaca aquí la presencia de la Ciperáceas (36 especies y categorías menores), de las cuales 19 corresponden al

género *Cyperus*, este nivel llama la atención ya que este grupo de vegetales se encuentra ligado a cuerpos de agua o alta humedad edáfica, mismos que son escasos en la región.

El género *Chamaesyce* es una forma de vida estrechamente ligada a las propiedades del suelo superficial. Las gramíneas corresponden principalmente a especies anuales.

Géneros con cierto grado de diversificación y con importante nivel de endemismo son *Agave* (5/6), *Marina* (5/7) y *Houstonia* (4/6). El análisis numérico de toda la flora revela una proporción familia:géneros de 1:4, y de género:especies de 1:2, el cual es semejante al de floras insulares (Johnston 1924, Levin y Moran 1989).

El análisis biogeográfico realizado para las comunidades boscosas (León de la Luz y Coria 1993) en relación con la distribución geográfica dominante de las familias y géneros allí incluidos, revela una secuencia de afinidad con los elementos tropical-americano/cosmopolita/norteamericano. Un análisis similar para la flora de la SBC (Breceda *et al.* 1994) muestra la secuencia pantropical/tropical-americano/cosmopolita. A manera de comparación, el Matorral Xerófilo del Valle de Tehuacán-Cuicatlán en el centro de México muestra de acuerdo a Villaseñor *et al.* (1990), una secuencia tropical-americano/pantropical/ cosmopolita.

El hecho de que el elemento tropical se encuentre bien representado en la flora capense ya ha sido advertido por Rzedowski (1972, 1973) para las zonas áridas y semi-áridas de México. La presencia de elementos de afinidad norteamericana en la flora de las comunidades boscosas (*Heteromeles*, *Prunus*, *Populus*, *Rhus*) la relaciona con el elemento "sierra-madreano" ("Sierra Madrean woodland element"), propio de las montañas del SW de Estados Unidos y N de México, integrantes a su vez de la geoflora Madro-terciaria, propuesta por Axelrod (1950, 1979).

Como una variante de clasificación biogeográfica, Peinado *et al.* (1994) señalan a la Región del Cabo como la provincia y sector Sanlucano de la región xerofítica mexicana o sonorensis, dentro del reino neotropical. Adscriben también los pisos bioclimáticos mesotropical (correspondientes al BPE de la Sierra de la Laguna) y termotropical (estribaciones montañosas y planicies aluviales), donde se incluirían la SBC, el MSC y la VC.

El perfil de las formas de vida de una comunidad vegetal es un reflejo fiel de las adaptaciones morfo-fisiológicas para optimizar los recursos del medio físico y a la vez protegerse de sus rigores (Burrows 1990). El cuadro 4 muestra la asignación de cada una de las especies en formas de crecimiento. La clasificación se adoptó de la propuesta para el Desierto Sonorense (Shreve y Wiggins 1964).

Proporcionalmente, las formas herbáceas perennes representan en el total, y prácticamente en todas las comunidades, la mayor proporción de entidades taxonómicas. No obstante, la densidad relativa de las formas leñosas (árboles + arbustos) determinan la fisonomía de cada una de las comunidades existentes. Resalta también la abundancia de formas arbóreas en las comunidades boscosas.

Las trepadoras representan también un estrato digno de escrutinio, particularmente en las comunidades como el MSC y la SBC. Molina-Freaner y Tinoco (1997) citan una proporción aproximada para trepadoras de casi el 7% para el Desierto Sonorense (unas 170 especies, basados en la Flora de Shreve y Wiggins 1964). El cálculo de 66 (el 5.8%) para la flora capense se aproxima en números absolutos a la cifra calculada por Molina-Freaner y Tinoco (1997).

Si bien la proporción de formas arbóreas se mantiene en todas las comunidades (excepto la costera), es claro que la de arbustivas aumenta conforme el gradiente de aridez. La diferencia fisonómica entre las comunidades se presenta entonces por los atributos estructurales que proporcionan estas especies leñosas y por la densidad de sus individuos (ver siguiente apartado).

Las comunidades costeras integran una variedad de ambientes en donde las herbáceas perennes (Hp) constituyen la forma dominante. Entre éstas, el tipo de crecimiento más típicos son el de "tapete" (*mat*) o de rastreras, como *Abronia maritima*, *Sesuvium portulacastrum* y *Chamaesyce leucophylla* y las guías estoloníferas, como *Jouvea pilosa*, *Monantochloe littoralis* e *Ipomoea pes-caprae*. En esta agrupación, la proporción de arbustivas se debe a la presencia de individuos procedentes del matorral.

La flora de la VC se integra en 112 especies, con 10 endemismos (4 a nivel infraespecífico), del cual sobresale el género monoespecífico *Coulterella capitata* (Compositae), una herbácea perenne propia de acantilados y playas rocoso-pedregosas (Pérez-Navarro 1995).

Descripción de la vegetación

De los 8,500 km² comprendidos en la superficie de estudio, el Bosque de Pino-Encino presenta una superficie relativa del 1.1%, El Bosque de Encino 3.9%, la Selva Baja Caducifolia 29.8%, el Matorral Sarcocaula 63.8% y la Vegetación Costera 1.4%, ver Fig. 4. A continuación, se analizan las principales características de cada unidad de vegetación.

a) Bosque de Pino-Encino (BPE) y Encinar (BE).

Estas comunidades se encuentran en las superficies elevadas de la Sierra de La Laguna, el BE en la franja entre 1000m y 1400m, y el BPE por encima de esta última hasta las cimas a 2100m. El BPE comprende una superficie de 90 km² y el BE de 300 km².

La topografía en ambas comunidades es predominantemente escabrosa. Los suelos se encuentran en proceso de formación, sólo el horizonte superficial contiene relativos altos niveles de materia orgánica (en el BPE hasta 30%); el contenido de ésta desciende rápidamente, hacia 0.5m, prácticamente ya no se detecta; la textura es básicamente migajón-arenosa (Alcaraz com. pers.).

El clima es del tipo templado subhúmedo (ver fig. 3), el nivel de precipitación se ubica hasta los 800 mm anuales (BPE); sobre el BE, los niveles se ubican en alrededor de 550 mm. Como rasgo importante, en el BPE se presentan heladas matutinas durante el período invernal.

El patrón topográfico no muestra un patrón claro de exposición de vertientes. No obstante, León de la Luz y Domínguez (1989) y León de la Luz y Coria (1993) mencionan cuatro condiciones topográficas principales, mismas que por sus características ambientales actúan selectivamente en la presencia y exclusión de especies vegetales: laderas, fondo de cañadas, valles y áreas abiertas. La dos primeras conforman la parte predominante de esta comunidad, las otras son reducidas en superficie, pero integran una flora particular por las condiciones ambientales derivadas de la alta radiación y amplias variaciones térmicas.

Los cuadros 5 y 6 muestran resultados para la comunidad del BPE y BE respectivamente, donde se incluyen los valores relativos de los atributos frecuencia, densidad, altura y cobertura, cada una se encuentra jerarquizada en relación con el índice designado como valor relativo de importancia (VRI), resultante de la suma de los valores relativos normalizados. Cada resultado se realizó con base en dos muestreos: para el BPE, uno en el fondo de una cañada (1850m de elevación) y el otro en una ladera (2000m). Para el BE en laderas (1100m y 1300m de elevación). En ambos casos se incluyen la totalidad de las especies registradas, 18 para el BPE y 24 para el BE.

En el BPE dos especies arbustivas (*Helianthus similis* y *Calliandra peninsularis*) son cuantitativamente tan importantes como las dos de las cuales deriva la nomenclatura de la comunidad (*Pinus* y *Quercus*). Ambas especies son endémicas de esa comunidad y ampliamente distribuidas en el sotobosque. En el BE, el "encino roble" (*Q. tuberculata*) domina sobre el resto de las especies leñosas. Arriaga et al. (1994) realizaron un estudio para determinar varios aspectos del BPE y BE, entre otros resultados, mencionan que el pino piñonero se encuentra sujeto a elevadas tasas de mortalidad en individuos adultos (25 a 45 años) que se atribuye tanto a efectos del fuego y ataque de larvas de lepidópteros.

En ambos casos, por el hecho de haber considerado sólo la cuantificación de especies leñosas, se excluyó a herbáceas perennes. Estas últimas, en ambas comunidades tienden a cubrir una importante superficie del suelo, sobre todo durante la época de crecimiento y particularmente en años con niveles importantes de lluvia: en el BPE *Lepechinia hastata* y *Tagetes lacera*, mientras que en el BE gramíneas como *Muhlenbergia emersleyi* y *Aristida ternipes* son fisonómicamente importantes.

b) Selva Baja Caducifolia

Esta comunidad se encuentran en las superficies medias de la Sierra de La Laguna, en la franja de 500 m a 1000 m, sobre laderas con pendientes moderadas y fuertes. La SBC comprende una superficie estimada de 2,500 km² (ver fig. 4).

Los suelos en esta comunidad se encuentran también en fase inmadura, el horizonte superficial contiene relativos bajos niveles de M. O. (hasta 10%), la textura es básicamente mijagón-arenoso.

El clima es eminentemente cálido-seco a semi-seco (ver fig. 3), el nivel de precipitación promedio se ubica en alrededor de los 400 mm anuales. Como rasgo climático importante, esta comunidad se encuentra prácticamente libre de heladas invernales.

El patrón topográfico, conformado básicamente por el macizo montañoso "Sierra de La Laguna", muestra un patrón franco de exposición de vertientes E-W. Así, la exposición a la radiación juega un papel importante en la selección de especies y en sus atributos como densidad, altura y cobertura. Breceda (1994) discute estos aspectos con detalle.

La SBC trasciende los límites de la Sierra de la Laguna para desarrollarse también en otras elevaciones de la región; no obstante, por la fisiografía de aquella serranía (profundos cañones) se crean las condiciones ambientales para la expresión más vigorosa de este tipo de vegetación en la región; mientras que en otras, al no pertenecer a un elevado cuerpo montañoso ni poseer un sistema de cañones, la vegetación tiende a ser menos diversa en especies y los individuos disminuidos en los atributos arriba señalados.

El muestreo incluyó a 73 especies. El cuadro 7 muestra en orden jerárquico de VRI a las especies participantes. En ésta se alternan en la jerarquía las formas arbóreas y arbustivas. *Lysiloma divaricata*, la especie fisonómicamente dominante de la comunidad, alcanza el 2do. orden de importancia del análisis. Los cactus, representados por *Stenocereus thurberi*, *Opuntia cholla* y *Pachycereus pecten-aboriginum* sólo son medianamente importantes cuantitativamente, si bien fisonómicamente parecen tener una mayor relevancia.

c) Matorral Sarcocaula

Esta comunidad se encuentra en las planicies aluviales de la región, por abajo de los 500 m. El MSC comprende una superficie estimada de unos 5,400 km² (ver fig. 4), representando la superficie más extensa de la Región del Cabo y por ende es la vegetación característica de ésta.

Los suelos del MSC se encuentran en fase de acumulación, el horizonte superficial contiene niveles mínimos de M. O., la textura es básicamente arenoso-limoso. Prácticamente no se presenta pedregosidad (ver cuadro 1)

El clima es del tipo muy cálido y muy seco (ver fig. 3), el nivel de precipitación promedio se ubica en alrededor de los 200 mm anuales.

Esta comunidad se distribuye más allá de la Región del Cabo; la carta de vegetación oficial mexicana (SPP-INEGI 1980a) señala al MSC como la comunidad más extendida sobre la mayor parte del Desierto Sonorense en la península de Baja California y el Estado de Sonora. En esta amplia superficie, se presentan distintas variantes del MSC de acuerdo con las condiciones ambientales imperantes (suelo, clima). Para algunos autores, como Villa-Salas (1968) el MSC capense es designado como variante de la SBC, mientras que Rzedowski (1978) lo ubica como matorral xerófilo.

El cuadro 8 muestra en orden jerárquico del VRI a las 98 especies del MSC. Al igual que en la SBC, se alternan en la jerarquía las formas arbóreas y arbustivas. Es notable que, tanto en la SBC como en el MSC, la misma especie vegetal, *Jatropha cinerea*, ocupa el primer rango jerárquico, aun con niveles similares en cada uno de los atributos considerados. Esta es una especie poco palatable para el ganado por el contenido de látex en sus hojas, tal vez moderadamente tóxica, además de ser una especie de amplia distribución peninsular, sin duda es una de las especies más compatibles al ambiente bajacaliforniano. Estas razones pueden justificar su importancia en ambas comunidades.

Las especies de cactáceas toman aquí mejor posición que en la SBC. *Bursera microphylla* y *Cyrtocarpa edulis* son dos especies arbóreas con hábito de vida semejante y ocupan los primeros sitios en la jerarquía. Son éstas a quienes típicamente se les designa como formas "sarcocaulales".

d) Vegetación Costera

Comprende aproximadamente 115 km² de superficie. De acuerdo con los resultados de Pérez-Navarro (1995), la mayor diversidad de especies vegetales se encuentra en los cordones de dunas,

entre las que destacan las formas de vida designadas como "herbáceas rastreras perennes", mismas que constituyen la forma vegetal con mayores ventajas adaptativas para afrontar este ambiente altamente selectivo. Esta zona se divide en cuatro sub-zonas de acuerdo con la distinción de Johnston (1977, 1982): playa (14 spp.), frente de dunas (32 spp.), cresta de duna (43 spp.) y costado interno de duna (58 spp.).

Los salitrales son ambientes de acumulación de partículas finas de sedimento, por ocupar superficies casi al nivel del mar, a pocos centímetros del nivel de la marea, el suelo en sus niveles interiores se encuentra casi saturado; sobre la superficie se deposita una costra de sal resultante de la continua evaporación de agua. Los suelos son salinos y alcalinos (pH alto con elevado contenido de NaCl), altamente selectivos, en los que sólo se determinaron 17 especies de plantas. *Allenrolfea occidentalis* es la especie dominante.

El manglar es también un ambiente altamente selectivo, ya que el suelo se encuentra sobresaturado con agua de mar. En ocasiones es continuo con el salitral. Se determinaron 12 especies de vegetales superiores. Es el único ambiente costero que incorpora formas arbóreas. También es un ambiente sumamente reducido en extensión y, como en otros francamente tropicales, las especies se suceden unas a otras en el gradiente de "suelo no inundable". Las especies de mangle con mayor distribución son el "mangle blanco" *Laguncularia racemosa* y el "mangle rojo" *Rhizophora mangle*; entre las no arbóreas destaca la gramínea *Monanochloe littoralis*.

Los acantilados son ambientes en los que los vegetales se establecen de manera oportunista, básicamente en zonas donde existe un mínimo de suelo. Una importante proporción procede del MSC, otras de las dunas costeras, pero existen algunas formas que exclusivamente, o casi, se encuentran en este ambiente eminentemente rocoso, como *Coulterella capitata*, *Hoffmeisteria fasciculata* y *H. xantii*, *Dudleya* sp., *Porophyllum crassifolium*, y *Perityle crassifolia* var. *crassifolia*. Sólo aquí no se observó algún gradiente de zonificación de la vegetación, como ocurre en las dunas y el manglar.

II. La vegetación transicional árida a tropical-seca

a) Clasificación de especies

Los resultados que se presentan a este punto particular surgen del procesamiento de 105 taxa, considerados en 33 localidades de muestreo, 15 en el MSC, 12 en la SBC y 6 en el DS. Los cuadros 7, 8 y 9 muestran respectivamente la composición florística de cada comunidad y sus valores relativos de importancia (VRI).

A partir del conjunto de especies de esos cuadros, se elaboró una matriz de ausencia-presencia (0, 1) para obtener una clasificación de 105 especies de vegetales leñosos (árboles y arbustos) con el propósito de definir si tales especies forman agregaciones, se distribuyen continuamente, o si se distribuyen aleatoriamente. Se empleó también el programa MVSP (versión 2.1a), optando por la varianza mínima como medida de la similaridad entre los taxa. La figura 6 señala los agrupamientos resultantes. En ésta se trazó un nivel para el agrupamiento (“cluster”) que define 6 grupos de especies (ver línea discontinua).

El cuadro 10 señala a las especies representativas de cada agrupamiento, cada especie muestra el valor de sus VRI obtenido en cada comunidad y su desviación (datos normalizados a partir de valores porcentuales).

b) Estructura de comunidades

Este análisis enfatizó en la inclusión de las formas de crecimiento (árboles y arbustos) como variables de análisis, conjuntamente con las comunidades de adscripción. Tras la depuración de los individuos arbóreos y arbustivos menores de 1m y 0.5 m de altura, respectivamente, en el cuadro 11 se muestran los tamaños de muestra usados en el análisis de varianza (N para comunidad y n para forma de vida), el cuadro también señala los valores promedio y varianza (s) para la altura y cobertura por forma de vida y comunidad. El cuadro también muestra los valores de F obtenidos en cada análisis de la varianza (ANDEVA I) para probar la significancia de los valores de altura y cobertura (variables dependientes) con respecto a la forma de vida y comunidad.

El análisis de la altura en el estrato arbustivo muestra que el valor $F_{0.05; 2, 7731} = 291$, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad de valores promedio ($\mu_{DS} = \mu_{MSC} = \mu_{SBC}$). Se realizó la prueba de rango fijo de Tukey (HSD) para N desiguales, para ubicar donde se encuentran las diferencias entre los 3 posibles pares de combinaciones de valores promedio de altura en este estrato (DS-MSC; DS-SBC; y MSC-SBC), todas estas combinaciones muestran significancia ($p < 0.05$).

Esta misma variable analizada en el estrato de arbóreas mostró que $F_{0.05; 2, 2220} = 114$, por lo cual también se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad de valores promedio ($\mu_{DS} = \mu_{MSC} = \mu_{SBC}$). La prueba de rango fijo de Tukey (HSD), muestra al igual que el caso anterior, que entre los 3 posibles pares de combinaciones de valores promedio de altura en este estrato son significativos ($p < 0.05$).

El análisis de cobertura en el estrato arbustivo muestra que el valor $F_{0.05; 2, 7731} = 0.96$, por el cual no se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad de valores promedio ($\mu_{DS} = \mu_{MSC} = \mu_{SBC}$). La prueba de rango fijo de Tukey (HSD) para N desiguales, comprueba la no significancia ($p < 0.05$) del valor promedio de la cobertura en el estrato de arbustivas entre los 3 posibles pares de combinaciones (DS-MSC; DS-SBC; y MSC-SBC).

La cobertura analizada en el estrato de arbóreas mostró que $F_{0.05; 2, 2220} = 17$, por lo cual se rechaza la hipótesis nula (H_0) de igualdad de valores promedio ($\mu_{DS} = \mu_{MSC} = \mu_{SBC}$). La prueba de rango fijo de Tukey (HSD), muestra que entre μ_{DS} y μ_{MSC} no existe significancia ($p < 0.05$), pero entre cada una de estas con μ_{SBC} si se presenta significancia ($p < 0.05$).

En resumen, la variable altura es consistentemente diferente entre los estratos arbóreos y arbustivos. La variable cobertura no mostró significancia entre las arbustivas; pero entre las arbóreas, dos comunidades contiguas (DS y MSC) no exhiben significancia, pero ambas si lo son de la SBC.

b) Homogeneidad entre comunidades

Los valores de los respectivos índices de similitud de Ellenberg fueron transformados con la función raíz cuadrada con el propósito de normalizarlos y poder ser usados en una prueba de analisis de varianza simple (ANDEVA I) para probar la significancia entre las comunidades.

El valor promedio para las 105 combinaciones del MSC fue de 6.66 (± 1.11), para las 66 de la SBC fue de 6.03 (± 1.37) y para las 15 del DS fue de 5.34 (± 2.04). La hipótesis nula (H_0) que afirma la igualdad de estos valores promediados ($\mu_{DS} = \mu_{MSC} = \mu_{SBC}$) es rechazada, ya que $F_{.05, 2, 183} = 9.5$ el cual excede el valor tabulado de 2.99 ($P < 0.05$). La prueba de Tukey (HSD) señala que sólo el valor del MSC es significativamente superior al de las otras comunidades a ($p < 0.05$).

Este resultado permite considerar que las especies del MSC se encuentran sobrepuestas en el conjunto de localidades, ya que su valor de similitud es significativamente más alto. Proyectando esta afirmación, cabría también afirmar que por tal motivo la homogeneidad florística y su densidad de individuos es mayor que en la SBC y el DS.

III. Fenología Floral

La fenología comprende el estudio de los eventos estacionales predecibles que experimentan individuos y poblaciones de especies vegetales durante su existencia. En términos generales los eventos son vegetativos cuando se refieren a la aparición y desarrollo de botones foliares, hojas,

ramillas y tejidos exfoliantes en la corteza; o bien reproductivos, si se refieren a la aparición y desarrollo de botones florales, flores (anthesis), frutos, dispersión de frutos y semillas y germinación. El presente trabajo hace referencia sólo al período de la floración.

Se registraron 136 especies de angiospermas (la flora de esta comunidad consta de 508 especies (León de la Luz *et al* 1999a). El análisis de los resultados se llevó a cabo mediante la división de la flórmula en sus respectivas formas de vida, bajo el principio de que a una especie le corresponde sólo una designación. También se realizó una clasificación de la flora con base en su respuesta de floración en las distintas temporadas del año.

El período de observaciones de la investigación (1988-1989) correspondió a la transición en la recuperación de los niveles promedio de precipitación. Un "Niño" intenso se presentó durante 1983 y 1984 (274 mm y 424 mm de precipitación, respectivamente), a partir del cual ocurrió un marcado período de sequía (1985, 51 mm; 1986, 196 mm, 1987, 124 mm; y 1988, 35 mm), a partir de 1989 (242 mm) se presentó una recuperación hacia el nivel medio anual. La estación más cercana al sitio promedia 204 mm para 37 años de registro (García 1973).

La figura 6 muestra los espectros de la floración a través de los dos años de registro en campo; la gráfica superior señala la marcha de la precipitación pluvial recibida durante el período de las observaciones, las tres inferiores el patrón seguido por los estratos de arbustivas, arbóreas y herbáceas (efímeras + trepadoras + herbáceas perennes). Se evidencia que los estratos arbóreo, arbustivo y de suculentas (en su mayoría cactáceas) presentan una floración prácticamente simétrica a través del tiempo de registro, lo cual sugiere que el nivel de agua recibido durante el año seco de 1988 apenas tuvo implicaciones en el comportamiento fenológico reproductivo. Especies arbóreas como *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera epinnata* y *Colubrina viridis*, arbustivas como *Jatropha cinerea*, *J. cuneata* y *Caesalpinia placida*, se registraron en floración en ambos años, pero se observó que robustecen su floración por inducción de lluvias. Maya y Arriaga (1996) realizaron también un estudio fenológico sobre 6 especies de este estrato. Sus resultados son compatibles con los del presente trabajo.

Las suculentas prácticamente no manifestaron cambio de un año al otro, *Mammillaria dioica* y *Cochemiea poselgeri* fueron de las especies que no desarrollaron flores durante 1988.

Las herbáceas mostraron el cambio más drástico entre los dos años de registro. Durante el transcurso de 1988 hubo una franca declinación en el número de especies en floración; entre las que lograron manifestarse se encuentran anuales que posiblemente logran sobrevivir con humedad del rocío que el suelo logra captar del ambiente matutino, como: *Perityle incompta*, *P. californica* y

Sphaeralcea coulteri. También, herbáceas perennes altamente resistentes a la sequía como *Cnidocolus angustidens*, *Atriplex canescens*, *Krameria paucifolia* e *Hibiscus denudatus*. Del mismo modo, parásitas sobre árboles como *Phrygilanthus sonoreae* y *Phoradendron diguetianum*. La única trepadora que se manifestó a pesar de la sequía fue *Merremia aurea*, una especie con tallo subterráneo.

Considerando los factores ambientales que intervienen en la inducción de la floración, y la duración de la misma ante la disponibilidad de agua, las 136 especies se aglutinaron en tres grupos, clases o tipos de estacionalidad, las cuales fueron: 1. Floración inducida por lluvias (62 spp.), donde se integran principalmente anuales (37), varias leñosas (17) herbáceas perennes (6), y pocas suculentas (2). 2. Floración en la temporada de sequía (44 spp.), integra leñosas (26), algunas herbáceas (11) y suculentas (7). Al respecto, si bien no requieren de la lluvia inmediata para iniciar su floración, de las conclusiones de Keeley (1987) podría esperarse que, en cierto grado, los niveles de precipitación pluvial previa participen en la intensidad de la floración actual. 3. Floración sostenida (30 spp.), comprendida básicamente por leñosas y herbáceas perennes (25), suculentas (3) y parásitas (2). Esta clase corresponde a la mejor expresión de la estrategia reproductiva denominada como asincrónica; no obstante, ante la precipitación pluvial muchas de sus especies robustecen la floración.

Finalmente, se realizó una comparación entre el patrón observado en la localidad de estudio y otra realizada en una Selva Baja Caducifolia de Chamela, Jalisco, en la costa del Pacífico mexicano. Bullock y Solís Magallanes (1990) efectuaron observaciones sobre 108 especies del estrato arbóreo de una flora establecida en 779 especies (Lott 1985) durante el período 1981-1984 (42 meses).

En Chamela, Jal., se encontró una alta sincronía en la floración, misma que se presenta en respuesta a las lluvias de verano. Comparando el comportamiento de la floración entre los resultados del autor (59 especies de árboles, arbustos y suculentas) y los registrados para Chamela (108 especies) es posible visualizar, en primer lugar, que la comunidad árido-tropical de la Región del Cabo tiende a mantenerse en floración por mayor espacio de tiempo. La figura 7 muestra gráficamente una comparación entre ambas comunidades indicando el número de especies que se mantienen en floración con respecto al tiempo. En Chamela casi un 50% de esas especies se sostienen en floración de 1-2 meses. En la localidad de estudio del autor casi una cuarta parte de la flora de leñosas se mantiene en floración al menos por 5 meses.

DISCUSION

La investigación doctoral comprendió el estudio de las comunidades bajo dos enfoques: el primero, es el florístico, en el cual el análisis va dirigido a evaluar con igual peso a cada una de las especies participantes. El otro es el estructural, que parte del conocimiento florístico y se basa en técnicas de muestreo, en el cual se tiende a jerarquizar, o a resaltar, aquellas especies que destacan cuantitativamente. Ambos son métodos complementarios, pocas veces se tiene la oportunidad de presentarlos en un trabajo. La investigación se complementa con un estudio que trata más a fondo el aspecto estructural, particularmente en la serie desierto Sonorense (DS) – matorral sarcocaulé (MSC) – selva baja caducifolia (SBC) en donde se aborda la hipótesis de una variación gradual en variables estructurales en respuesta al “continuum” que representa el ambiente, particularmente las variables climáticas.

Finalmente, se aborda uno aspecto funcional en la comunidad más representativa del área de estudio (MSC): la floración. El estudio tuvo el doble objetivo de discutir el valor adaptativo del patrón de floración y de servir como una evaluación para incentivar actividades apícolas.

I. Descripción de la Flora y Vegetación

a) Flora

Recopilar el elenco florístico ha sido una labor ardua que se completó al presentarse como un manuscrito para su publicación después de casi 10 años de iniciada. Sin embargo, es una actividad ineludible si se desea avanzar en otros niveles del conocimiento de los recursos vegetales.

La conformación del herbario HCIB ha permitido conocer la diversidad florística de la región. Una revisión del manuscrito de la flora (León de la Luz *et al.* 1999) revela que 78 especies no se encuentran registradas para la Región del Cabo dentro de las floras de Wiggins (1980) y Shreve y Wiggins (1964). Sin duda, un análisis más detallado y riguroso en la identificación de las colectas permitirá encontrar diferencias en relación con las diagnosis de floras y con ejemplares de referencia, lo que a su vez compromete con estudios más minuciosos para describir nuevos taxa. El autor se encuentra involucrado directamente en esos estudios, o bien ha colaborado con especialistas de diversos grupos taxonómicos.

Productos de este proceso han sido la descripción reciente de *Daphnopsis lagunae* Breedlove *et* León de la Luz (Thymelaecaceae) en 1989; *Malvastrum hilli* Fryxell *et* León de la Luz y *Sidastrum burrerense* Fryxell *et* León de la Luz (Malvaceae) en 1997; *Mimosa epitropica* Barneby (Leguminosae) en 1997, y la redefinición de *Justicia austrocapensis* T. F. Daniel (Acanthaceae) en

1997. En etapa de manuscritos se encuentran: *Bursera saxicola* León de la Luz (Burseraceae), *Marina crucicola* Barneby y *Marina australis* León de la Luz et Pérez Navarro (Leguminosae), y la descripción de dos subespecies para *Behria tenuiflora* Greene (Amaryllidaceae).

De la lista de especies presentada por el autor (León de la Luz *et al.* (1999a) destaca el hecho de que 106 taxa alguna vez registrados para la región no fueron colectados durante los 10 años de trabajo de campo, ni es conocido que otros botánicos los hallan encontrado, se han incluido aquí por encontrarse respaldados en otros herbarios. Su ausencia puede explicarse porque representan especies con alto grado de rareza, por estar excluidos localmente en la región, por encontrarse localmente extintos, porque corresponden a una nomenclatura ahora adscrita a otro taxón, e inclusive porque siendo colectados en otro sitio se anotaron aquí. Entre todos ellos destaca *Faxonia pusilla* Brandegee (Compositae), género monoespecífico que fue descrito en 1892 a partir de un solo ejemplar, no ha sido colectado nuevamente. Entre el resto se encuentran: *Muhlenbergia wolffi* (Vasey) Rydb. (Gramineae), *Houstonia peninsularis* Brandegee (Rubiaceae), *Chlorogalum parviflorum* S. Wats. (Liliaceae), *Habenaria crassicornis* Lindley y *H. novemfida* Lindley (Orchidaceae), *Lemna gibba* L. (Lemnaceae). *Ipomoea muricata* (L.) Jacq. e *Ipomoea parasitica* (Kunth) Don (Convolvulaceae).

El popular enunciado "las especies vegetales representan recursos potenciales" es aplicable a dos de ellas con interés agronómico. Además de representar un posible nuevo taxón a nivel infraespecífico, *Solanum fendleri* A. Gray (Solanaceae) es una papa silvestre que crece localmente en el BPE, con potencial aplicación para el fitomejoramiento del cultivo. *Cnidioscolus angustidens* Torr. (Euphorbiaceae) posee semillas con alto contenido de fino aceite, las cuales eran consumidas por los antiguos californios (ver León de la Luz *et al.* 1999b), del cual se requieren adicionales estudios para conocer su grado de toxicidad.

b) Vegetación

De acuerdo con la definición de Whittaker (1976), la agrupación de taxa vegetales que presentan niveles de tolerancia similares, o de requerimientos ambientales semejantes, y que por lo tanto conviven en una misma área, permite la identificación de grupos de especies que convencionalmente son designadas "comunidades vegetales".

El determinismo ecológico de la vegetación (González *et al.* 1993, Burrows 1990) se refiere al efecto selectivo de los agentes del medio sobre la conformación de la vegetación. Entre varios, se ha puesto mayor atención a los diferentes componentes del clima, el sustrato geológico y edáfico, la

pendiente, y la exposición a la radiación solar. El autor participó en una investigación sobre el efecto del factor edáfico en la selección de especies vegetales (Valiente *et al.* 1995).

La propuesta de Walter (1985) comprende la división de la biosfera en nueve zonobiotas, cada uno caracterizado por un macroclima, tipo de suelo y vegetación zonal. Atendiendo tal propuesta, Peinado *et al.* (1994) adscriben a la península de Baja California en 3 zonobiotas, Dentro de cada una de éstos se encuentran "pisos de vegetación", designados también como "pisos bioclimáticos", que se suceden unos a otros en una clinoserie altitudinal y latitudinal, obedeciendo a niveles térmicos y ómbricos (lluvia).

Para el área peninsular correspondiente a la Región del Cabo, Peinado *et al.* (1994) reconocen dos niveles térmicos: el termotropical y el mesotropical. Así también, distinguen los niveles ómbricos: árido (hasta 200 mm anuales), semiárido (200 mm-400 mm), seco (400 mm-650 mm) y subhúmedo (+ 650 mm). Los niveles ómbricos pueden presentarse en cada nivel térmico. El cuadro 11 señala, de acuerdo con la interpretación del autor y con base a información del cuadro 1 y la propuesta de Peinado *et al.* (1994), la combinación de los niveles bioclimáticos con respecto a las comunidades vegetales de la Región del Cabo.

También, el autor interpreta que las clinoserias altitudinales se presentan en una menor superficie de terreno que latitudinalmente, por lo que en una serranía la serie puede ser observada incluso en el paisaje, tal y como sucede en la Sierra de La Laguna, sitio donde partiendo de sus estribaciones hasta sus cimas, se suceden el MSC, SBC, BE y BPE.

Dentro de la provincia del Desierto Sonorense, se presentan variantes del MSC, pero la SBC desaparece como comunidad, pero ciertas especies que la integran en el Cabo tienden a aparecer sólo hacia terrenos elevados, sitios donde compensan niveles bajos de precipitación pluvial con temperaturas menos cálidas. Así, en la Sierra de la Giganta, en elevaciones superiores a los 500 m ocasionalmente se presentan taxa comunes en la SBC, como *Jatropha vernicosa*, *Karwinskia humboldtiana*, *Pisonia flavescens* y *Lysiloma divaricata*. Sin embargo, cabría discutir si tales representan poblaciones relictuales y no solo expresiones a un ambiente climático que las favorece.

El dendrograma de la figura 5 mostró la existencia de tres bloques de comunidades, uno conformado entre el BPE y BE, el otro entre la SBC y el MSC, mientras que la VC florísticamente es independiente de las otras. La conformación de estos grupos deben ser atribuibles a las condiciones ambientales. En las superficies montañosas de la Sierra de La Laguna, donde habitan el BPE y el BE, los vínculos florísticos deben asignarse a los relativos altos niveles de precipitación pluvial y bajos niveles de temperatura que allí imperan (nivel mesotropical/ seco a sub-húmedo). De manera

análoga, la relación entre la SBC y el MSC puede atribuirse a su localización en los niveles más drásticos (nivel termotropical\ semi-árido a árido).

II. La vegetación transicional árida a tropical-seca

El determinismo ecológico de la vegetación establece que los vegetales expresan la prevalencia del régimen climático ambiental incidente. El clima no sólo determina la vegetación, también influye decididamente sobre la formación del suelo, y las propiedades de este, a su vez, son resultado de su interacción con la vegetación (Austin-Miller 1975). Tal planteamiento implica que la estructura florística es resultado de la acción del clima como primer factor; sin embargo, algunos miembros del elenco florístico pueden ser un remanente de antiguas floras que han permanecido sobre esa misma superficie a través de períodos geológicos, o bien han sido modificadas por la acción del hombre en los últimos siglos. Las interacciones bióticas juegan un decidido papel en la conformación de la comunidad, sin embargo es difícil considerar si estas se encuentran al margen del ambiente físico.

Las variaciones climáticas ambientales, particularmente los niveles de precipitación pluvial afectan decididamente el crecimiento en biomasa vegetal (cuantificable por su cobertura, altura, diámetro basal, y otros), variaciones mayores afectan procesos reproductivos (floración, fijación de frutos, germinación, fijación de plántulas) que en el mediano plazo pueden excluir ciertas de ese espacio. Ante tal circunstancia, las especies afectadas eventualmente “migran” hacia otros espacios con ambiente que ofrezca suficiencia para sus funciones. A su vez, ese traslado va dirigido hacia donde los accidentes geográficos compensan una equivalencia altitudinal en relación con la latitud, propia para los requerimientos ambientales de esas especies.

La clasificación de especies lograda en los resultados de este trabajo particular, apoyan positivamente la hipótesis que se planteó sobre la conformación de grupos de especies. Estos grupos identificados, exhiben a través de su rango de distribución distintos grados del concepto “dominancia”, esto es, de la manifestación de atributos cuantificables como lo fueron los usados (altura, cobertura, densidad, frecuencia), en respuesta a la incidencia diferencial de variables que modulan su crecimiento en general. Los seis grupos de especies formados sugieren diversas posibilidades en la conformación de grupos de especies.

Cada grupo de especies tiene cohesividad por la relación positiva que presentan sus componentes. Se ha argumentado que el nodricismo (Arriaga *et al.* 1993) es una relación que estrecha la interdependencia entre especies, mientras que el efecto alelopático tiende a excluir en diverso grado la aparición conjunta de individuos o especies. En otros casos, aunque no

considerados en el presente trabajo, el estrato de parásitas y trepadoras, deben manifestar estrechas relaciones con especies de leñosas. El “cluster” III, por su composición florística, muestra el grupo con mayor cohesividad: el que conforma el núcleo de las especies propias de la SBC.

El análisis de la estructura de las formas de comunidades, contemplada desde una perspectiva de las formas de vida (árboles y arbustos) mostró que a nivel de estrato emergente (> 1 m para arbóreas y > 0.50 m para arbustivas), que la talla promedio de arbóreas es consistentemente diferente entre cada comunidad. La forma de arbustivas mostró también que entre cada comunidad la variación de sus tallas es significativa.

La cobertura mostró un patrón un tanto distinto, mientras que en el estrato de arbustivas no se encontró significancia entre las comunidades, en las arbóreas se evidenció significancia, pero sólo entre el valor medio de la SBC (7.23 m^2) con respecto al del DS (4.76 m^2) y el MSC (5.12 m^2), mismos que no son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). En el estrato de arbustivas es notable que el valor promedio de la cobertura alcanza prácticamente el mismo nivel entre las tres comunidades (alrededor de 2.0 m^2 , ver cuadro 11), no obstante el valor de la desviación estándar presenta cierto nivel de diferencia.

Este último hecho puede explicarse porque en el DS existe un mayor espaciamiento entre individuos, por lo que se presenta menos interferencia para el crecimiento lateral. Mientras que en la SBC, y en cierto modo también en el MSC donde los niveles del estrato arbóreo son relativamente altos (3.25 m y 2.39 m, respectivamente, mientras que el SD sólo alcanza 1.98 m) y la densidad de individuos es también más elevada (datos de las localidades individuales) el crecimiento vertical tiene más sentido evolutivo, ya que se presenta un cierto nivel de interferencia por luz.

El haber encontrado una diferencia estadísticamente significativa entre los niveles de similitud florístico-poblacional (índice de similitud de Ellenberg) del MSC (6.66) y los del binomio DS y SBC (5.34 y 6.03), permite considerar que las especies del MSC se encuentran sobrepuestas en el conjunto de localidades. Revisando el cuadro 1 es relevante el hecho de que el conjunto de localidades muestreadas se asienta sobre una superficie con escaso nivel de pendiente. Este hecho a su vez sugiere suelos aluviales, profundos. Esta es una explicación *ad-hoc* que explica la relativa homogeneidad de esta comunidad. El bajo nivel de similitud para las localidades del SD (5.34) denota, por el contrario, un ambiente donde la composición específica y poblacional varía más constantemente. Estas determinaciones cuantitativas se relacionan con los niveles de beta diversidad reportados en la bibliografía. Shluther y Ricklefs (1991) y Kikkawa (1974) mencionan que comunidades con alto recambio de especies de un ambiente a otro, se asocian con valores altos de

beta diversidad, lo cual indica una elevada heterogeneidad a nivel paisajística o fisonómica. De este modo, el MSC se presenta como una comunidad con mayor homogeneidad que las otras comunidades, no obstante ubicarse en medio del gradiente considerado. Una respuesta puede hallarse revisando la homogeneidad del sustrato en cuanto a las propiedades de pendiente y textura.

III. Fenología floral

El resultado del análisis del patrón fenológico exhibido por el estrato de leñosas de la comunidad del MSC monitoreada (ver fig. 7) muestra un franco patrón asincrónico de la floración, mismo que difiere de otro con tendencia a la sincronía reportado para este mismo estrato en la SBC de Jalisco.

Ricklefs (1990) establece que comunidades ubicadas bajo ambiente similar, aunque separadas geográficamente, no necesariamente alcanzan una convergencia en composición florística, riqueza específica y diversidad, pero deben alcanzar equivalencias en formas y funciones al enfrentar ambientes con similares presiones selectivas. La fenología es uno de los aspectos funcionales más reconocidos de las comunidades vegetales (Whittaker 1975, Ricklefs 1990, Colinvaux 1993).

Podría haberse esperado en detectar un menor grado de contraste en la respuesta fenológica entre ambas comunidades, ya que a nivel genérico la semejanza florística entre ambas es visiblemente alta (la flora de Chamela está disponible en Lott 1985). Sin embargo, la respuesta encontrada se explica porque a nivel específico la semejanza florística es mínima. La comparación entre ambas floras revela que sólo tres especies del estrato de leñosas son compartidas: *Guaiacum coulteri* A. Gray (Zygophyllaceae), *Bursera fagaroides* (H.B.K.) Engelm. (= *B. odorata* Brandegee, Burseraceae) y *Colubrina triflora* Brongn. (Rhamnaceae).

El estudio fue realizado con el objeto de servir como referencia para desarrollar actividades apícolas. Se parte del supuesto que el conjunto de la flora es potencialmente útil como fuente de tal actividad. Sin embargo, otros estudios realizados al respecto (Villanueva 1984, Alvarado y Delgado 1985) muestran que la abeja mielera (*Apis mellifera* L.) es selectiva en el uso de la flora, ante la disponibilidad de una variedad de recursos muestra preferencias por ciertas especies. Posteriores observaciones en la localidad de estudio mostraron que *Bourreria sonora* S. Wats. (Boraginaceae), *Lysiloma candida* Brandegee (Leguminosae) y *Bursera microphylla* A. Gray (Burseraceae) son especies preferidas sobre las otras de la misma temporada.

CONCLUSIONES

I. Aspectos florísticos y sinecológicos.

La respuesta evolutiva en las especies que conforman la Región del Cabo refleja el efecto del aislamiento que en diferente grado han experimentado. Así, en el BPE, ha sido posible un evidente mayor grado de endemismos. Tal nivel puede atribuirse al particular ambiente climático que allí ha imperado a través de los últimos miles y millones de años, que es contrastante con el existente en las partes bajas de la región. En la actualidad, el BPE ha sido designado como parte del sistema "islas montañas" (sky islands), comunidades boscosas, propias de las montañas de Sonora, California y Arizona, que actualmente se encuentran inmersas en un "mar" de condiciones áridas (DeBano *et al.* 1995). Considerando la existencia de las clinoseries ambientales como una ley en la naturaleza (Walter 1985), el clima en esa superficie ha sido históricamente más frío y húmedo que en las estribaciones.

La SBC capense puede considerarse también como una comunidad disyunta, ya que en el macizo continental mexicano este tipo ocupa una importante superficie al pie de las grandes serranías tanto en el Golfo de México como en la vertiente del Pacífico (Rzedowski 1978). Sin embargo, al presentar una leve continuidad ambiental y florística con las comunidades del Desierto Sonorense, el factor aislamiento no es tan drástico como en el caso del BPE. El cómo se estableció, esta comunidad disyunta en la península puede ser argumentado aceptando una ancestral distribución continua con el macizo continental. En esta idea, el abatimiento en el nivel del mar hasta 100 m durante el pleistoceno y la recuperación del mismo hace pocos miles de años, han jugado un papel importante en la conformación de la flora y vegetación como hoy en día la conocemos. Un punto de contacto por el que pudo intercambiarse la flora de continente a la península (y viceversa) parece ser el sistema de *islas* ubicadas hacia la mitad de la península (*midriff islands*, Angel de la Guarda, Tiburón), ya que la batimetría actual señala un mar somero con un sistema de grandes islas próximas entre sí; además, hasta ese punto, a través del MSC peninsular, termina el gradiente en la distribución de especies que entre la SBC y MSC capense alcanzan relevantes niveles de semejanza (ver Turner *et al.* 1995).

El nivel de endemismos en niveles infraespecíficos (variedades y subespecies), 28 en 125 taxa endémicos (un 22%), sugiere que una importante parte de la flora capense se encuentra en proceso de diferenciación. Tal enunciado implica un aislamiento reciente y parcial para ciertos taxa y un proceso de selección que opera por las particularidades del ambiente en el extremo sur de la península. Al respecto, destaca el nivel del MSC, con la 1/3 parte de sus taxa endémicos en esa

situación, los taxa vicariantes en el MSC se encuentran ya sea en la SBC o bien en el Desierto Sonorense, lo cual sugiere un carácter florístico mixto.

II. Vegetación

Esta investigación partió de asumir que existe un gradiente ambiental, particularmente en el climático, a lo largo de la península de Baja California, y particularmente en el área ocupada por la región del Cabo. Se considera que sobre tal gradiente ambiental se han ajustado evolutivamente diferentes comunidades vegetales, reconocidas convencionalmente por criterios fisonómicos.

Factores históricos, como el efecto del ganado en general a través de casi tres siglos, sin duda ha participado en la conformación actual de cada comunidad. El papel que representan las interacciones bióticas es un asunto más complejo, ya que por un lado se encuentran acopladas con el efecto del medio físico y por otro pudieran estar al margen del mismo.

Los resultados mostraron que en el área de estudio se presentan agrupaciones de especies que exhiben distintas características en cada comunidad vegetal predeterminada, en unas tienden a una alta dominancia (medida en valores de VRI), en otras actúan como subordinadas. Esto sugiere una respuesta de los vegetales a las particularidades del ambiente a lo largo del gradiente. De acuerdo a sus límites de tolerancia, cada especie de plantas presenta un rango óptimo para una serie de condiciones ambientales, la conjugación de las variables ambientales en la Región del Cabo determina entonces espacios en donde un grupo de plantas, o alguna especie en particular, encuentran las mejores condiciones para desarrollarse y reproducirse, mientras que en otros su presencia es más limitada. Se encontró también un grupo de vegetales que se distribuye ampliamente, aunque con bajos valores de VRI en el área de estudio, estas representarían a las “generalistas” que se desarrollan en una amplia región geográfica aunque con bajos valores de dominancia.

El análisis estructural mostró que: a) en cuanto altura, existen sostenidamente diferencias entre comunidades y formas de vida. b) en relación con la cobertura, resalta el que la del estrato de arbustivas tiene mayores niveles en el DS que en la SBC.

La interpretación de éstos análisis se explica en que la altura parece ser el mejor parámetro que se ajusta a la variabilidad del ambiente, mientras que el crecimiento horizontal (cobertura) es una respuesta no necesariamente correlativa con la altura. En las zonas francamente xerófitas (MSC y DS), la luz no es un factor limitante para los vegetales, por lo que su biomasa puede ser fijada en crecimiento horizontal, esta respuesta se apoya en la consideración de la baja densidad de individuos

que se presentan en esas comunidades, donde la interferencia espacial no parece ser un factor limitativo.

En relación con la comparación entre los índices de similitud de Ellenberg a nivel de comunidad, la del MSC presentó un significativo alto valor, por lo que se interpreta que en esta comunidad el reemplazo de especies es menos frecuente que en las otras dos. A su vez, esto implica que si muestreos dentro de una misma comunidad llevan a un alto nivel de similaridad, el arreglo interno de las especies debe ser homogéneo a través del paisaje. Por definición, altos niveles de beta diversidad son propios de habitats donde el reemplazo de especies es comparativamente bajo (Whittaker 1975, Schluter y Ricklefs 1993)

III. Estudio fenológico florístico

La floración prolongada del estrato de arbustivas y arborescentes (el 43% de la flórula estudiada) permitiría suponer que las especies allí contenidas demandan fertilización cruzada (Augsburger 1980), situación que teóricamente abate la autofertilización permitiendo incrementar la variabilidad genética de cada población, lo cual podría proporcionar ventajas en los individuos de las generaciones subsiguientes para enfrentar el restrictivo ambiente sudcaliforniano caracterizado, entre otros, por la baja predictibilidad de aporte de agua.

La floración en una comunidad no sólo sostiene al gremio de polinizadores. Asimismo, genera y actualiza un banco de semillas que progresivamente permite el reemplazo de individuos con características acordes a las características del medio (Conell y Slatyer 1977, Lovett Doust y Lovett Doust 1988). Alternativamente, las semillas del banco aguardarían los excepcionales períodos ambientales benignos que promueven la germinación, el desarrollo y la fijación de vegetales como en el ambiente estudiado.

Bajo otra perspectiva, esta investigación permite sentar las bases para aprovechamientos apícolas en la región, actividad que mantiene expectativas de ser tan exitoso como en el centro y sur del país. Tal actividad no presenta un impacto negativo sobre el medio silvestre, al contrario, podría pensarse que podría ser beneficioso para el automantenimiento de poblaciones de especies vegetales e inclusive a nivel de comunidad.

Acorde con los resultados de la investigación, la vegetación del MSC en la Región del Cabo, tiene amplias perspectivas para aprovechamientos apícolas, ya que en el espectro de la floración de sus especies vegetales es posible apreciar disponibilidad de recursos la mayor parte del ciclo anual, aun en años secos en extremo. Una evaluación sobre la producción apícola en el mismo predio de

estudio (León de la Luz y Domínguez 1996) reveló la producción de hasta 50 kg de miel por colmena (dos cosechas, primavera tardía y otoño temprano), cantidad que se considera rentable si se compara con los obtenidos para regiones del país como Yucatán, con tradición en la misma actividad, donde lo común es alcanzar aquel nivel de producción (Villanueva 1986).

Finalmente, debe aclararse que en el presente estudio sólo se reveló la potencialidad de la flora; el éxito de la actividad depende también de otros factores, a grandes rasgos: capital de inversión, disponibilidad de mano de obra calificada que permita ampliar la actividad, capacidad de atención sanitaria y la apertura de canales de comercialización. Cabe señalar que la apicultura representa una agroindustria compleja. La diversificación rentable incluye, entre otros, la crianza de abejas reinas libres del proceso de africanización y la extracción de productos farmacéuticos a partir del propóleo y la jalea real.

.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, J. y M. Delgado. 1985. Flora apícola en Uxpanapa, Ver., México. *Biotica* 10 (3):257-278.
- Arriaga, L. y J. L. León de la Luz. 1989. The Mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: a floristic and structural approach. *Vegetatio* 84: 45-52.
- Arriaga, L., Y. Maya, S. Díaz y J. Cancino. 1993. Association between cacti and nurse perennials in a heterogeneous tropical dry forest in northwestern Mexico. *Jornal of Vegetation Science* 4: 349-356.
- Arriaga, L., S. Díaz y C. Mercado. 1994. Conservation or commercial management of temperate forest of Baja California Sur, Mexico. *Conservation Biology* 8: 1132-1140.
- Augspurger, C. K. 1980. Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six neotropical shrubs. *Biotropica* 15: 257-267.
- Austin Miller, A. 1975. *Climatología*. Ed. Omega, Barcelona. 379 p.
- Axelrod, D. I. 1950. Classification of madrotertiary flora. *Carnegie Inst. of Washington, Publ.* 59. pp 1-22.
- Axelrod, D. I. 1979. Age and origin of the Sonoran Desert vegetation. *Occ. Pap. Cal. Acad. Sci.* 132:1-74.
- Brandege, T. S. 1892. The distribution of the flora of the Cape Region of Baja California. *Zoe* 3: 223-231.
- Breceda, A. M. 1994. La selva baja caducifolia y vegetación de fondo de cañada en la Sierra de la Laguna, B.C.S., México. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Aut. Méx. 114 p.
- Breceda, A. M., J. L. León de la Luz, J. L. y L. Arriaga. 1994. Phytogeographic relationships of the tropical dry forest of the Baja California Sur with the Sonoran Desert and the nearest tropical vegetation of mainland Mexico. *Mem. Soc. Biogeogr.* 3: IV: 45-52.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1977. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. C. Brown Co. Pub., Dubuque Iowa, 194 pp.
- Bullock, S. H. y J. A. Solis-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22 (1): 22-35.
- Burrows, C. J. 1990. *Processes of vegetation change*. Unwin-Hyman, London. 551 p.
- Colinvaux, P. 1993. *Ecology 2*. John Wiley and Sons, New York, 688 p.
- Conell, J. H. y R. O. Slatyer. 1977. Mechanisms of sucesion in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.* 111: 1119-1144

- DeBano, L., Gottfried, R. Hamre, C. B. Edminster, P. Ffolliot and A. Ortega. 1994. Biodiversity and Management of the Madrean Archipelago: the sky islands of southern United States and Northwestern Mexico. USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station. General Technical Report RM-GTR-264.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Inst. Geogr. Univ. Nal. Aut. Méx. 2a. Ed. 246p.
- Goldberg, D. E. 1982. The distribution of evergreen and deciduous trees relative to soil type: an example from the Sierra Madre, Mexico, a general model. *Ecology* 63 (4): 942-951.
- González, M., S. González y Y. Herrera. 1991. IX. Flora de Durango. Listados Florísticos de México, Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. Mex. 167 p.
- González, S., M. González y A. Cortés-Ortíz. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biósfera "La Michilía", Durango, México. *Acta Bot. Mex.* 22: 1-104.
- Johnson, A.F. 1977. A survey of the strand and dune vegetation along the Pacific and southern gulf coasts of Baja California, Mexico. *J. Biogeogr.* 7: 83-99.
- Johnson, A. F. 1982. Dune vegetation along the eastern shore of the Gulf of California. *J. Biogeogr.* 9:317-330.
- Johnston, I.M. 1924. The botany (the vascular plants) in: Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. *Proc. Cal. Acad. Sci. ser. iv.* 12: 951- 1218.
- Keeley, J. E. 1987. Fruit production patterns in the chaparral scrub *Ceanothus crassifolius*. *Madroño* 34 (4): 273-282
- Lenz, L. W. 1992. An annotated catalogue of the plants of the Cape Region, Baja California Sur, Mexico. The Cape Press, Claremont, Ca. 114 p.
- León de la Luz, J. L. and R. Domínguez. 1989. Flora of the Sierra de La Laguna, Baja California Sur, Mexico. *Madroño* 36 (2): 61-83.
- León de la Luz, J. L. and R. Coria Benet. 1993. Additions to the Flora of the Sierra de la Laguna, Baja California Sur, Mexico. *Madroño* 40 (1): 15-24.
- León de la Luz, J. L., R. Coria B. y J. Cansino. 1995. XI. Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, Baja California Sur. Listados Florísticos de México, Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. Mex. 29 p.
- León de la Luz, J. L. y R. Domínguez. 1996. Flora visitada por *Apis mellifera* L. en dos comunidades vegetales de Baja California Sur. *Agrociencia.* 30 (3): 417-421.
- León de la Luz, J. L., J. J. Pérez Navarro y M. Domínguez L. 1999a. Flora de la Región del Cabo, Baja California Sur, México. Serie Listados Florísticos de México, Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. Mex. En Prensa.

- León de la Luz, J. L., E. Troyo-Diéguez, F. López-Gutiérrez y M. M. Ortega-Nieblas. 1999b. "Caribe" (*Cnidoscolus angustidens* Torr.) a promising oilseed geophyte from northwestern Mexico. *J. Arid Env.* En Prensa.
- Levin, G. A. y R. Moran. 1989. The vascular flora of Isla Socorro, Mexico. *San Diego Soc. Nat. Hist., Memoir* 16, 71 p.
- Lott, E. J. 1985. Listados florísticos de México III. La estación de biología Chamela, Jalisco. *Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. Mex.* 47 p.
- Lovett Doust, J. y L. Lovett Doust. 1988. *Plant reproductive ecology: patterns and strategies.* Oxford University Press. 344 p.
- Maya, Y. y L. Arriaga. 1996. Litterfall and phenological patterns of the dominant overstorey species of a desert scrub community in north-western Mexico. *J. Arid Env.* 34: 23-35.
- McAuliffe, J. R. 1994. Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran Desert Bajadas. *Ecol. Monogr.* 64: 111-148
- Miranda, F. & E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28: 29-179.
- Molina-Freaner, F. y C. Tinoco. 1997. Vines of a desert plant community in central Sonora, Mexico. *Biotropica* 29 (1): 46-56.
- Noy-Meir, I. 1980. Structure and function of desert ecosystems. *Is. J. Bot.* 28:1-19.
- Pérez-Navarro, J. J. 1995. La vegetación de ambientes costeros de la Región del Cabo, Baja California Sur: Aspectos florísticos y Ecológicos. Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM-ENEP campus Iztacala. 114 p.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J. Delgadillo e I. Aguado. 1994. Fitogeografía de la península de Baja California. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 51 (2): 255-277
- Ricklefs, R. E. 1990. *Ecology.* W. H. Freeman and Co., N. Y. 893 p.
- Rzedowski, J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México III. Algunas tendencias en la distribución geográfica de las Compositae mexicanas. *Ciencia, Mex.* 27: 123-131.
- Rzedowski, J. 1973. Geographical relationships of the flora of Mexican dry regions. En: A. Graham (Ed.) *Vegetation and vegetational history of northern Latin America.* Elsevier, Amsterdam. pp 61-72.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Editorial Limusa. México D.F. 431 p.

- Rzedowski, J. 1979. Los bosques secos y semi-húmedos de México con afinidades neotropicales. En: G. Halffter y J. Ravinovich. Tópicos de Ecología Contemporánea. Fondo de Cultura Económica. México D.F. pp 37-46.
- Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1989. Sinopsis numérica de la flora del Valle de México. Acta Bot. Mex. 8: 15-30.
- Schluter, D. y R. E. Ricklefs. 1993. Species diversity: an introduction to the problem. En: R. E. Ricklefs y D. Schluter. Species diversity in ecological systems. The University of Chicago Press. pp 1-10.
- Shreve, F. 1937a. The vegetation of the Cape Region of Baja California. Madroño 4: 105-113.
- Shreve, F. 1937b. Lowland vegetation of Sinaloa. Bull. Torr. Bot. Club 64: 605-113.
- Shreve, F. y I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and Flora of the Sonoran Desert, 2 vols. Stanford University Press. Stanford, Cal. 1740 p.
- SPP-INEGI. 1980a. Carta de uso del suelo y vegetación 1:1000,000 La Paz. Secretaría de Programación y Presupuesto, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, México.
- SPP-INEGI. 1980b. Carta de isoyetas anuales 1:1000,000 La Paz. Secretaría de Programación y Presupuesto, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, México.
- SPP-INEGI. 1980c. Carta de isotérmicas medias anuales 1:1000,000 La Paz. Secretaría de Programación y Presupuesto, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, México.
- SPP-INEGI 1981. Carta de Climas 1:100,000 La Paz. Secretaría de Programación y Presupuesto, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, México.
- Turner, R. M., J. E. Bowers y T. Burgess. 1995. Sonoran Desert plants: an ecological atlas. University of Arizona Press, Tucson. 504 p.
- Valiente, A., P. Dávila, R. J. Ortega, M. C. Arizmendi, J. L. León de la Luz, A. Breceda. Influencia de la evolución de una pendiente en una vegetación de cardonal de *Pachycereus pringlei* en Baja California Sur, México. Investigaciones Geográficas. Bol. Inst. Geogr. Univ. Nal. Aut. Mex., número especial 3, pp. 101-114.
- Villanueva, R. 1984. Plantas de importancia apícola en el ejido Plan del Río, Veracruz, México. Biotica 9 (3): 279-301.
- Villasalas, A. 1968. Notas sobre la vegetación forestal en el extremo meridional de Baja California. Subsecretaría Forestal y de la fauna S.A.G., Dirección General del Inventario Nacional Forestal. Publicación número 10. 20 p.
- Villaseñor, J. L., P. Dávila y F. Chiang. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Bol. Soc. Bot. Mex. 50: 135-149.
- Walter, H. 1985. Vegetation of the earth and ecological systems of the geo-biosphere. Berlin 438 p.

Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, Cal. 1025 p.

Whittaker, R. H. 1967. Gradient analysis of vegetation. Biol. Rev. 42: 207-264

Whittaker, R. H. 1975. Communities and ecosystems. MacMillan Publishing Co. Inc. New York-London, 385 p.

Figura 1. Isoyetas totales anuales para el extremo meridional de la península de Baja California. Tomado de la carta respectiva SPP-INEGI 1980b, escala 1:1'000.000.

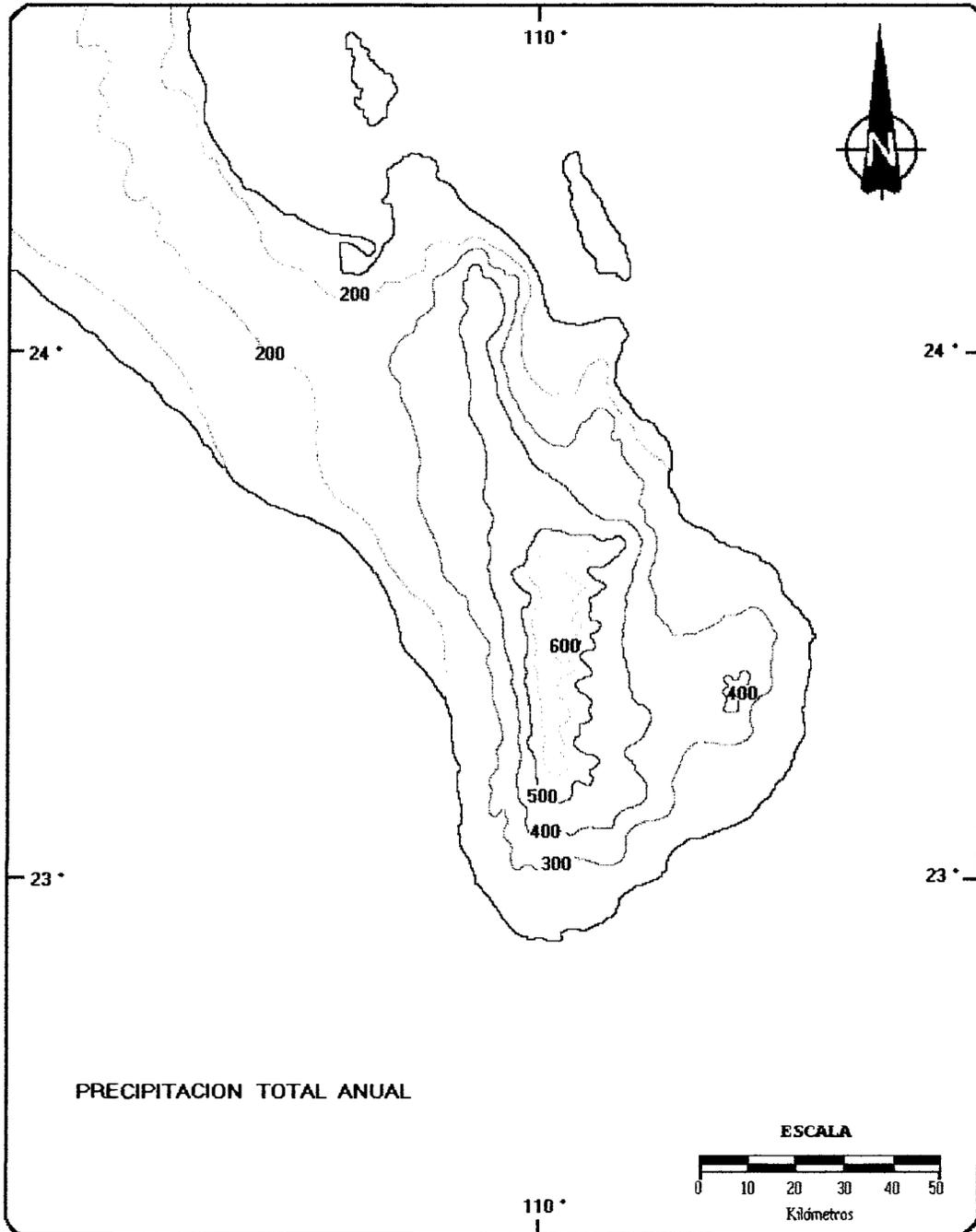


Figura 2. Isothermas promedio anuales para el extremo meridional de la península de Baja California. Tomado de la carta respectiva SPP-INEGI 1980c, escala 1:1'000.000.

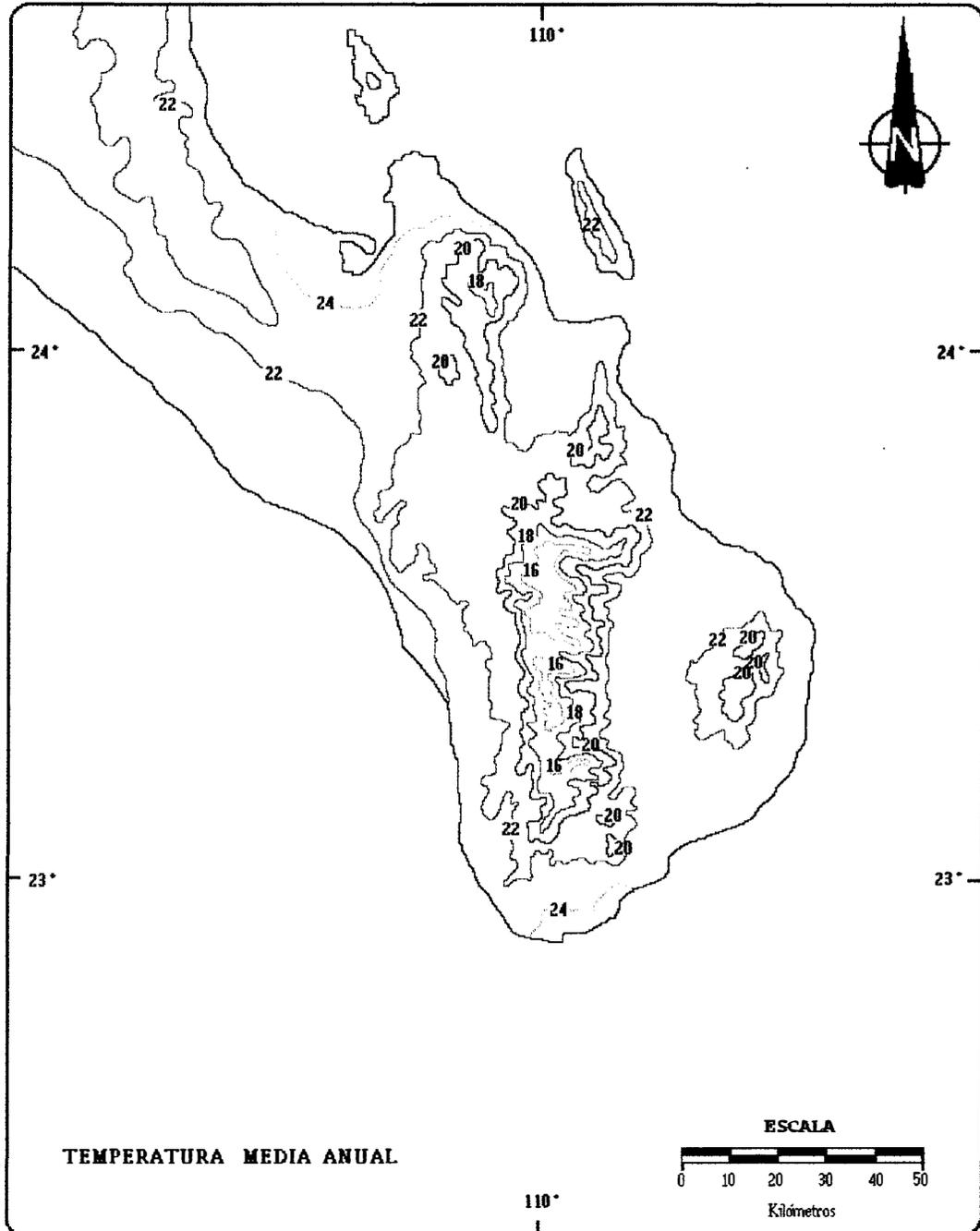


Figura 3. Representación gráfica de los climas para el extremo meridional de la península de Baja California. Tomado de la carta respectiva SPP-INEGI, escala 1:1'000,000.

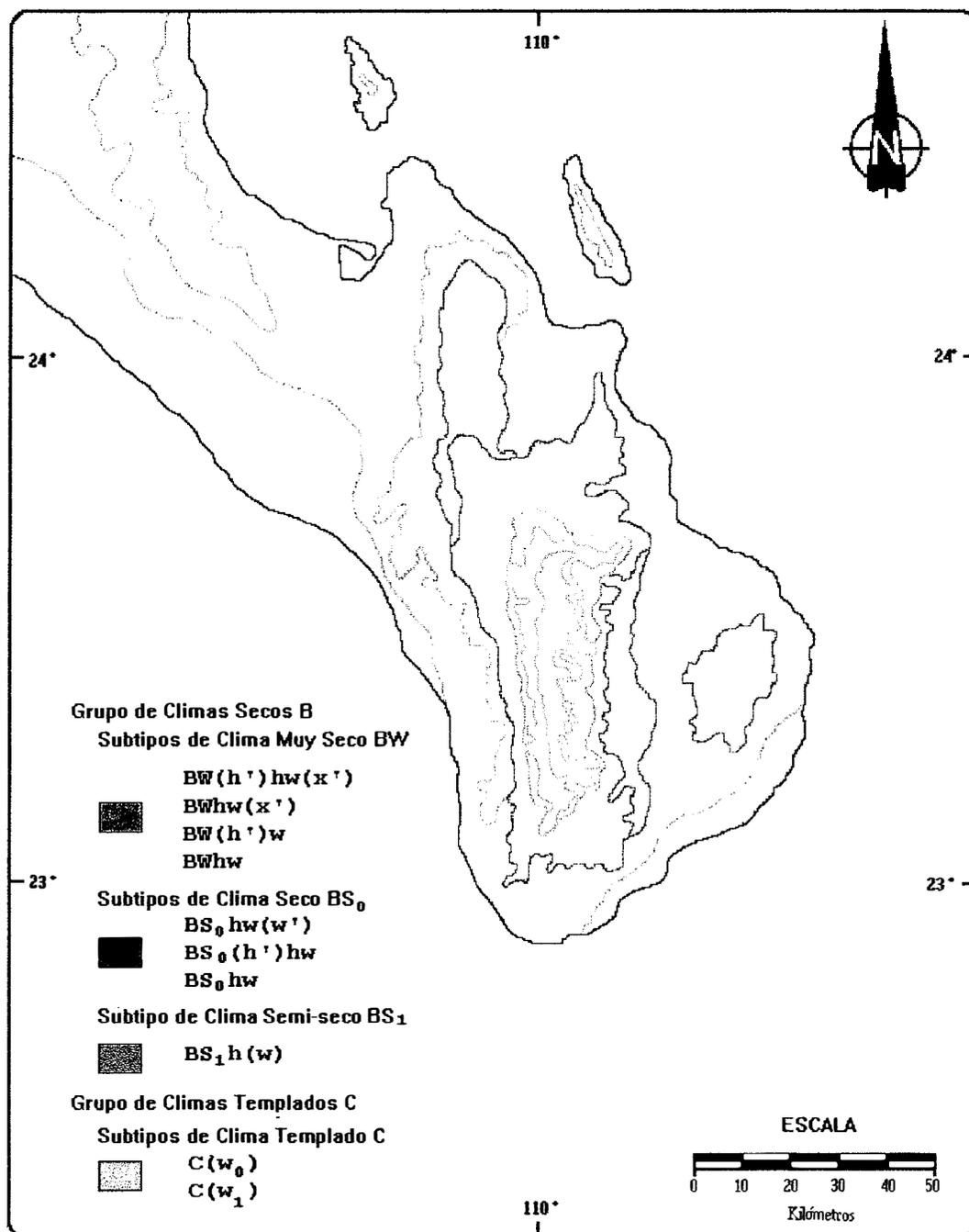


Figura 4. Mapa de la Región del Cabo de la península de Baja California y sus comunidades vegetales. Los números ubican a las localidades de muestreo.

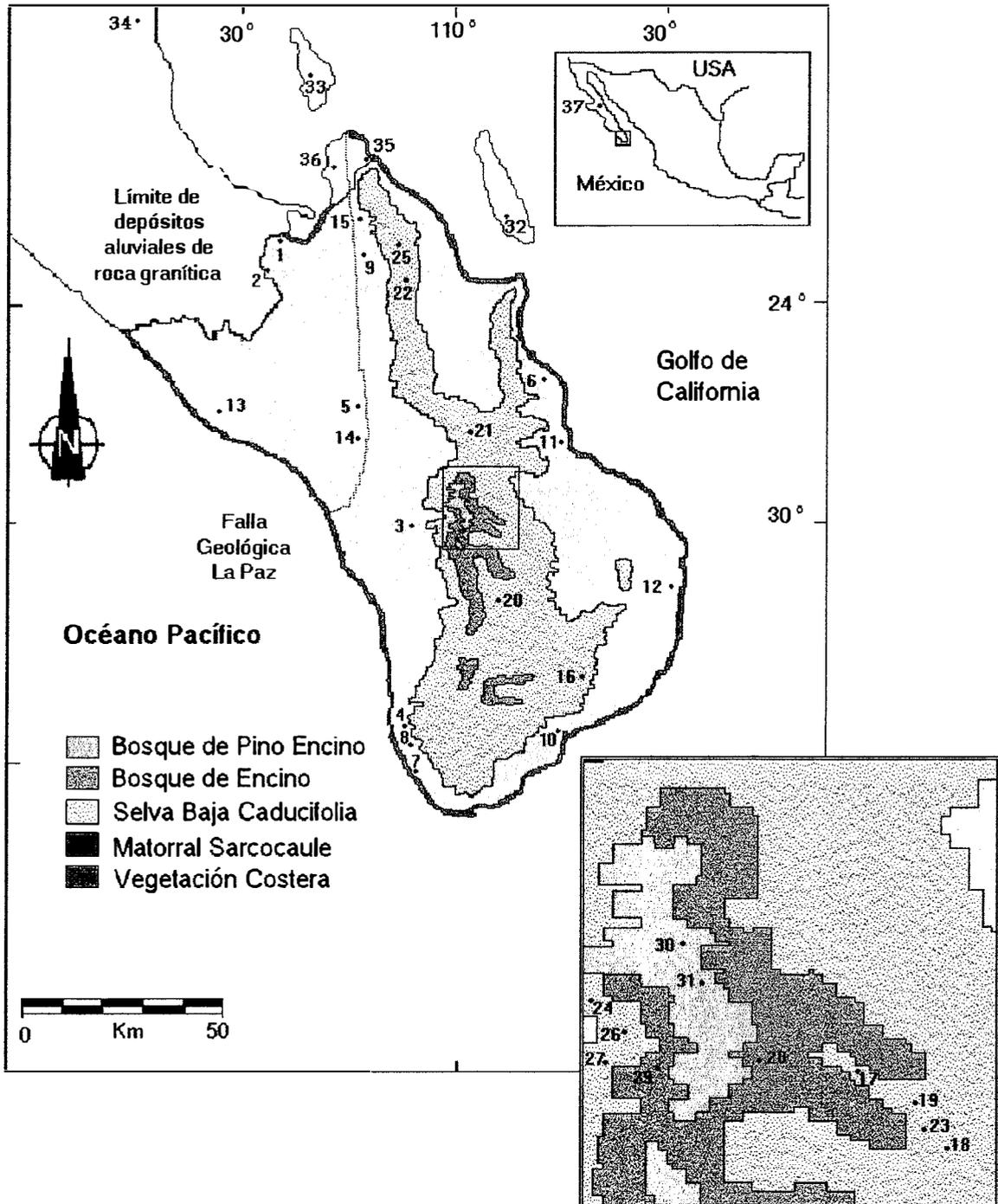
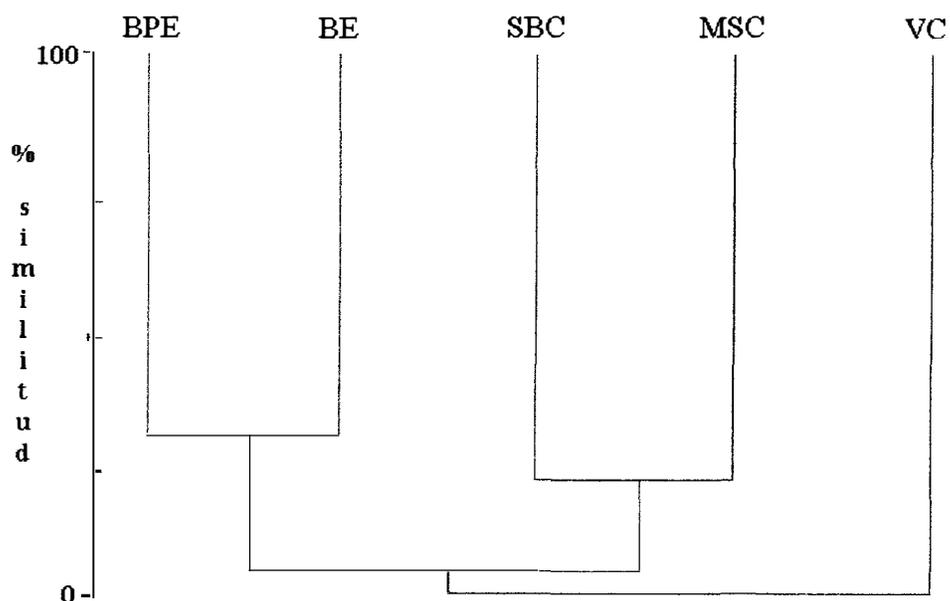


Figura 5. Dendrograma que muestra el grado de semejanza florística entre las cinco comunidades de la Región del Cabo, B. C. S., basado en el índice de similitud de Jaccard del programa MVSP. La Parte inferior muestra cuantitativamente la similitud inter-comunidades.



	BPE	BE	SBC	MSC	VC
BPE	100				
BE	29.6	100			
SBC	12.0	21.8	100		
MSC	4.74	7.66	21.5	100	
VC	0.76	1.09	8.77	12.1	100

Figura 6. Dendrograma que muestra el agrupamiento de 105 especies de vegetales leñosos de localidades de la selva baja caducifolia (SBC), matorral sarcocaula (MSC) y desierto Sonorense (DS), en seis agrupamientos de acuerdo al contenido de información de ausencia presencia (0, 1). Se utilizó el programa MVSP 2.1 con la opción de varianza mínima (suma de cuadrados) como opción de aglomeración.

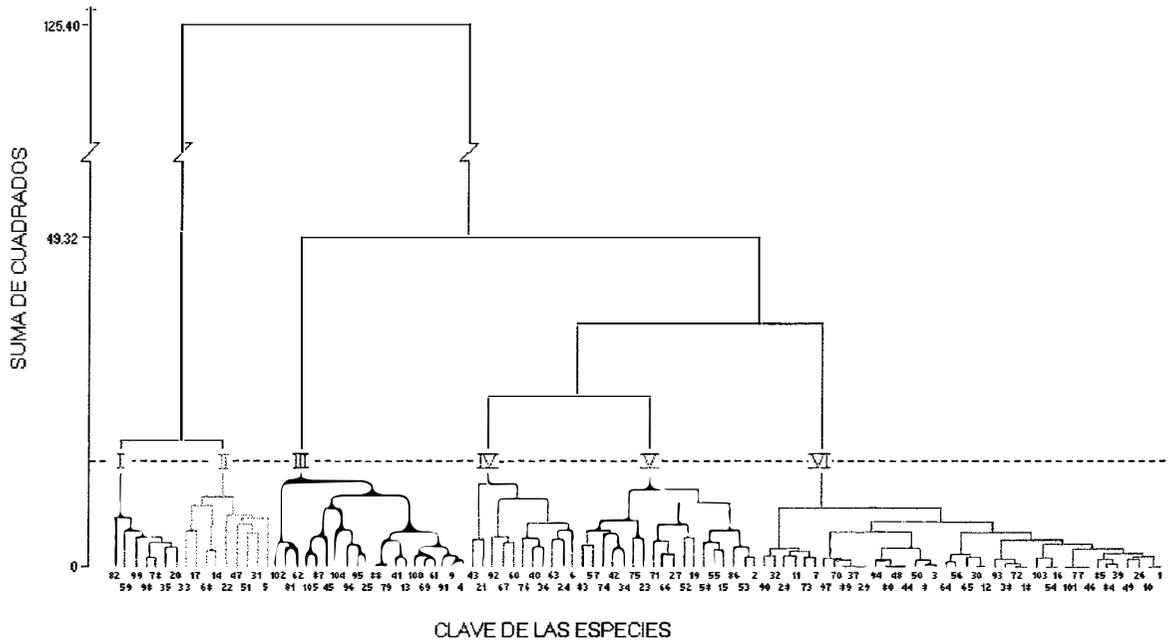


Figura 7: Espectro de la floración de las especies de vegetales vasculares de "El Comitán", B.C.S. para los años de 1988 y 1989. Nótese que 1988 correspondió a un año seco extremo, mientras que la precipitación pluvial de 1989 superó al promedio anual. El patrón de lluvias es bimodal en el año. Dentro de la categoría de herbáceas se incluyeron las anuales, perennes y parásitas.

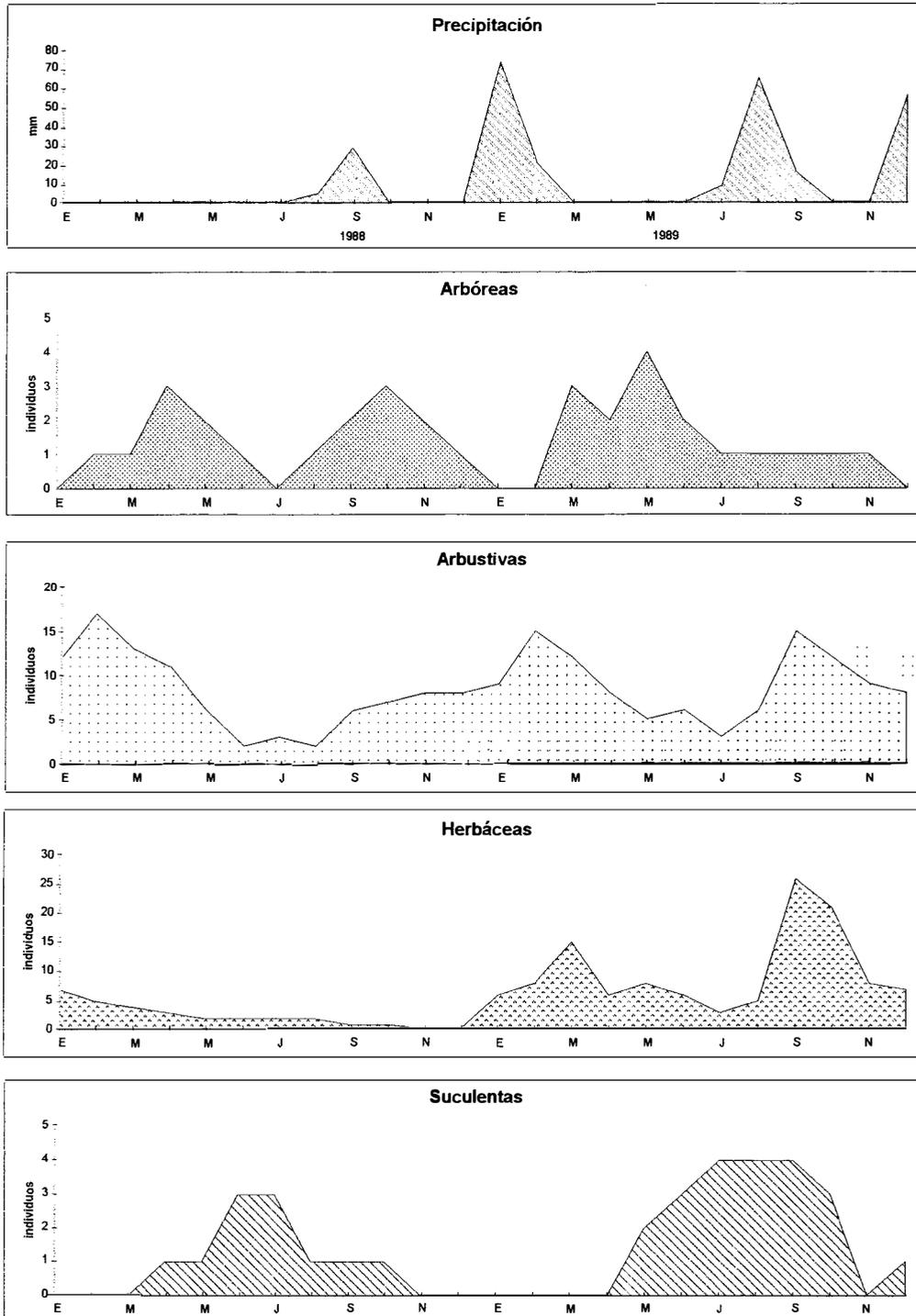
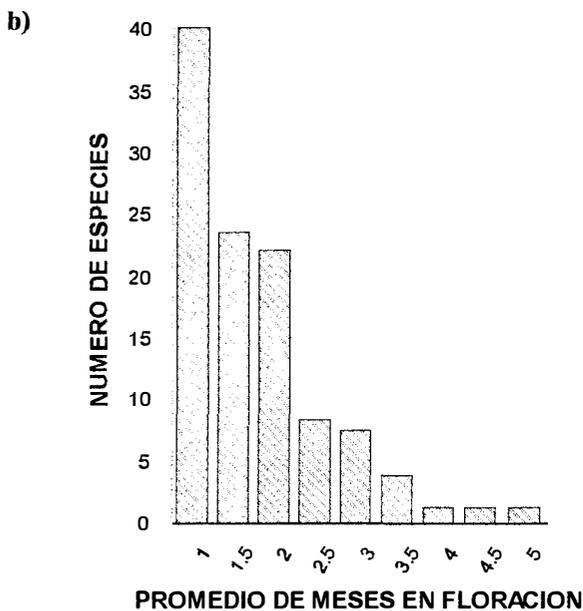
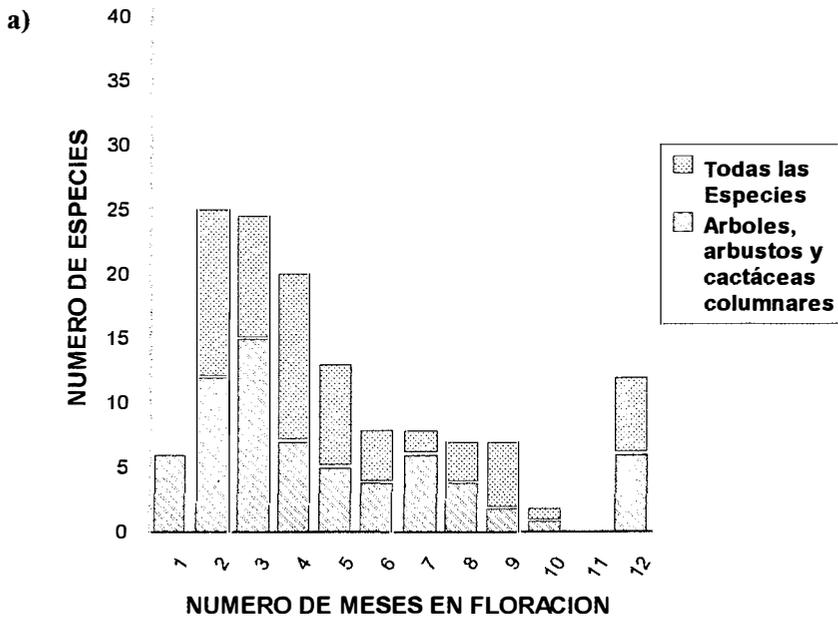


Figura 8: a) Duración de la floración en los componentes de la comunidad de "El Comitán", B.C.S. (24 meses de observación) y b) la Selva Baja Caducifolia de Chamela, Jal. (42 meses de observación, tomado de Bullock y Solís-Magallanes 1990). En "El Comitán" se muestra por separado el promedio de floración para todas las especies y para las leñosas; para Chamela sólo se consideran a las leñosas.



Cuadro 1: Ubicación de las localidades de muestreo en la Región del Cabo, B.C.S., características ambientales tomadas de García 1973, SPP-INEGI (1980b) y determinaciones del sitio de muestreo. Pp: Precipitación total anual. T: temperatura promedio anual.

Número Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (m/snm)	Pp Mm	T °C	Pendiente °	Rocosisdad (0 a 5)
MSC							
1	24° 08'	110° 25'	20	245	23.9	3 a 5	0
2	24° 04'	110° 29'	150	230	23.8	5 a 8	2
3	23° 28'	110° 11'	100	160	21.9	4 a 6	1
4	23° 11'	110° 07'	30	260	22.0	5 a 6	0
5	23° 48'	110° 17'	80	160	21.9	2 a 4	0
6	23° 42'	109° 32'	30	210	23.1	6 a 9	2
7	23° 02'	110° 10'	70	205	24.0	6 a 8	2
8	23° 10'	110° 06'	60	255	22.0	7 a 10	1
9	24° 05'	110° 12'	50	270	23.8	15 a 18	4
10	23° 02'	109° 40'	20	280	23.7	5 a 8	1
11	23° 45'	109° 42'	40	255	23.7	12 a 16	3
12	23° 25'	110° 32'	120	260	23.6	6 a 9	0
13	23° 45'	110° 40'	70	150	21.9	4 a 7	0
14	23° 42'	110° 20'	80	160	21.9	2 a 4	0
15	24° 15'	110° 18'	100	210	23.6	6 a 8	0
<i>Prom</i>			64.2	220.7	23.0	7.2	1.0
SBC							
16	23° 13'	109° 40'	220	410	22.6	12 a 16	1
17	23° 29'	109° 58'	580	300	23.5	18 a 22	3
18	23° 26'	109° 47'	370	295	23.5	8 a 10	1
19	23° 28'	109° 48'	450	305	23.5	9 a 13	3
20	23° 16'	109° 51'	230	390	22.3	17 a 22	3
21	23° 42'	110° 08'	450	370	21.4	20 a 23	3
22	23° 50'	110° 10'	670	400	21.5	25 a 28	4
23	23° 29'	109° 46'	450	305	23.5	7 a 10	1
24	23° 28'	110° 01'	450	500	22.7	8 a 9	1
25	24° 08'	110° 11'	500	395	21.5	26 a 29	3
26	23° 31'	109° 58'	550	510	22.7	21 a 24	4
27	23° 29'	110° 00'	450	510	22.7	27 a 30	4
<i>prom</i>			383.8	390.8	22.6	18	2.6
BE							
28	23°29'	109°56'	1400	545	20.1	28 a 30	3
29	23°30'	109°57'	1220	520	19.8	25 a 28	4
<i>prom</i>			1310	532.5	19.9	27.7	3.5
BPE							
30	23° 31'	109° 59'	1900	760	15.1	25 a 28	1
31	23°30'	109°58'	1820	820	14.5	23 a 25	2
<i>prom</i>			1860	790	14.8	25.2	1.5

DS

	32	24° 13'	109° 53'	105	210	22.6	32 a 34	4
	33	24° 28'	110° 21'	90	170	22.4	29 a 35	5
	34	24° 47'	110° 42'	170	110	22.4	21 a 24	3
	35	24° 15'	110° 17'	60	125	22.7	23 a 27	3
	36	24° 12'	110° 12'	45	135	22.6	16 a 19	4
	37	27° 32'	113° 31'	70	100	20.9	4 a 5	0
<i>prom</i>				90	141.6	22.2	22.4	3.1

Cuadro 2. Sinopsis numérica de la flora de la Región del Cabo por comunidad reconocida, de acuerdo a León de la Luz et al (1998).

Comunidad	Fam	Gen	Sp	Infra	Endemismo			%
					Gen	Sp	Infra	
Bosque de Pino-Encino (BPE)	72	191	241	47	1	37	7	15.27
Bosque de Encino (BE)	52	120	148	18	1	6	0	3.61
Selva Baja Caducifolia (SBC)	92	312	454	66	3	37	4	7.88
Matorral Sarcocaula (MSC)	76	278	414	94	1	39	13	10.23
Vegetación Costera (VC)	39	86	88	24	1	6	4	8.92
					7	125	28	
Total de Taxa					Especie:	943	+	
					Infraespecie:	177	=	1120
					Géneros:	522		
					Familias:	130		
Endemismo Total de la Flora:					153	=	13.66%	

Cuadro 3: a) Familias y b) géneros con mayor diversificación en número de géneros y especies (incluidas categorías menores) en la flora de la Región del Cabo, B.C.S.

a)

Gramineae	137
Compositae	117
Leguminosae	111
Euphorbiaceae	62
Convolvulaceae	38
Cyperaceae	36
Cactaceae	31
Solanaceae	22
Acanthaceae	21
Scrophulariaceae	21
Labiatae	21

b)

<i>Cyperus</i>	19
<i>Chamaesyce</i>	18
<i>Eragrostis</i>	11
<i>Bouteloua</i>	11
<i>Desmodium</i>	11
<i>Euphorbia</i>	11

Cuadro 4. Proporción de formas de crecimiento en la flora de la Región del Cabo y su asignación a cada comunidad reconocida. Un análisis más extensivo se encuentra en León de la Luz *et al* (1998).

	Total	BPE	BE	SBC	MSC	VC
Arboles (Ar)	66	14	11	32	29	7
Arbustos (Ab)	203	31	21	90	121	26
Herbáceas perennes (Hp)	424	138	66	175	153	56
Hierbas anuales (Ha)	300	78	50	154	146	15
Hidrófitas (Hf)	43	19	10	21	7	4
Trepadoras (Tr)	66	6	5	40	30	4
Epífitas (Ep)	2	0	1	2	0	0
Saprófitas (Sf)	2	0	0	2	0	0
Parásitas (Pa)	14	2	2	5	9	0
Total	1120	288	167	521	508	112

Cuadro 5. Jerarquización de las 18 especies del Bosque de Pino y Encino con base al valor relativo de importancia (VRI), se muestra también el valor de la desviación estándar (s). Resultados de dos localidades y 1293 individuos arbóreos (Ar) y arbustivos (Ab).

FV	Especie	VRI	s
Ab	<i>Helianthus similis</i>	58.79	17.23
Ar	<i>Quercus devia</i>	55.95	10.31
Ab	<i>Calliandra brandegeei</i>	54.02	8.49
Ar	<i>Pinus lagunae</i>	52.01	7.43
Ar	<i>Arbutus peninsularis</i>	51.68	11.50
Ar	<i>Quercus tuberculata</i>	45.69	4.42
Ab	<i>Garrya salicifolia</i>	38.29	7.47
Ar	<i>Ilex brandegeana</i>	37.29	3.11
Ab	<i>Rubus scolocaulon</i>	33.13	6.56
Ar	<i>Erythea brandegeei</i>	31.08	6.54
Ab	<i>Nolina beldingii</i>	29.98	4.98
Ab	<i>Mimosa xantii</i>	29.65	5.78
Ar	<i>Prunus serotina</i>	29.27	5.24
Ab	<i>Ribes brandegeei</i>	28.57	1.95
Ab	<i>Heteromeles arbutifolia</i>	27.57	5.09
Ab	<i>Rhus laurina</i>	27.34	4.75
Ab	<i>Dalea trochilina</i>	26.28	3.41
Ab	<i>Acalypha comondwana</i>	20.80	3.58

Cuadro 6. Jerarquización de 24 especies del Bosque de Encino con base al valor de importancia (IVI) obtenido por la suma de valores relativos de los atributos señalados. Resultados para dos localidades de muestreo y 998 individuos arbóreos (Ar) y arbustivos (Ab).

FV	Especie	VRI	s
Ar	<i>Quercus tuberculata</i>	20.75	10.63
Ab	<i>Dodonaea viscosa</i>	15.36	8.92
Ab	<i>Mimosa xantii</i>	14.50	9.17
Ar	<i>Erythea brandegeei</i>	13.78	9.65
Ab	<i>Randia megacarpa</i>	13.03	8.08
Ab	<i>Calliandra brandegeei</i>	12.59	5.54
Ab	<i>Acacia goldmanii</i>	11.47	5.52
Ar	<i>Bumelia peninsularis</i>	11.06	5.67
Ab	<i>Indigofera suffruticosa</i>	11.05	4.16
Ab	<i>Acalypha comonduana</i>	10.90	6.80
Ar	<i>Erythrina flabelliformis</i>	10.75	3.77
Ab	<i>Brickellia peninsularis</i>	10.18	8.66
Ab	<i>Jatropha vernicosa</i>	8.98	1.50
Ab	<i>Chiococca alba</i>	8.24	2.60
Ab	<i>Helianthus similis</i>	8.23	3.15
Ar	<i>Quercus devia</i>	7.82	3.95
Ar	<i>Nolina beltingii</i>	7.76	3.73
Ab	<i>Buddleja crotonoides</i>	7.71	2.54
Ab	<i>Bernardia lagunensis</i>	7.66	3.26
Ab	<i>Yucca sp.</i>	7.40	3.63
Ar	<i>Bursera microphylla</i>	7.35	3.71
Ab	<i>Dalea trochilina</i>	7.17	4.81
Ab	<i>Opuntia sp</i>	6.96	3.97
Ab	<i>Viguiera tomentosa</i>	5.65	3.14

Cuadro 7. Jerarquización de las 73 especies de la Selva Baja Caducifolia con base al valor relativo de importancia (VRI), se acompaña con el de la desviación estándar (s). Resultados para 12 localidades y 4185 individuos arbóreos (Ar) y arbustivos (Ab).

FV	Especie	VRI	s
Ab	<i>Jatropha cinerea</i>	14.57	5.76
Ar	<i>Lysiloma divaricata</i>	12.47	5.26
Ar	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	10.38	3.54
Ar	<i>Colubrina viridis</i>	10.32	2.76
Ar	<i>Lysiloma candida</i>	10.25	2.85
Ab	<i>Mimosa brandegeei</i>	9.74	3.03
Ar	<i>Stenocereus thurberii</i>	9.68	1.57
Ab	<i>Acalypha comonduana</i>	9.53	3.35
Ab	<i>Tecoma stans</i>	9.50	1.19
Ab	<i>Viguiera tomentosa</i>	9.39	2.69
Ar	<i>Fouquieria diguetii</i>	9.23	2.05
Ar	<i>Senna atomaria</i>	8.64	0.23
Ar	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	8.28	2.56
Ab	<i>Calliandra californica</i>	8.03	3.34
Ab	<i>Mimosa margaritae</i>	8.00	1.55
Ab	<i>Jatropha vernicosa</i>	7.97	1.00
Ar	<i>Bursera microphylla</i>	7.91	1.56
Ar	<i>Pithecellobium undulatum</i>	7.77	1.93
Ab	<i>Coursetia glandulosa</i>	7.75	1.40
Ar	<i>Esenbeckia flava</i>	7.65	1.26
Ab	<i>Adelia virgata</i>	7.58	1.03
Ar	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	7.46	1.04
Ar	<i>Zanthoxylon arborescens</i>	7.39	1.42
Ab	<i>Opuntia cholla</i>	7.27	1.32
Ar	<i>Albizzia occidentalis</i>	7.21	2.71
Ab	<i>Stenocereus gummosus</i>	6.91	1.42
Ar	<i>Erythrina flabelliformis</i>	6.67	1.65
Ab	<i>Schoepfia californica</i>	6.45	1.23
Ar	<i>Plumeria acutifolia</i>	6.40	1.62
Ab	<i>Caesalpinia californica</i>	6.32	1.71
Ab	<i>Euphorbia californica</i>	6.20	1.10
Ab	<i>Bernardia mexicana</i>	6.05	0.98
Ab	<i>Viguiera deltoidea</i>	5.71	1.25
Ar	<i>Yucca sp.</i>	5.66	0.86
Ar	<i>Bursera epinnata</i>	5.63	0.85
Ab	<i>Randia armata</i>	5.45	2.60
Ab	<i>Malpighia diversifolia</i>	5.41	0.60
Ar	<i>Gochnatia arborescens</i>	5.34	2.27
Ar	<i>Bursera odorata</i>	5.12	2.04
Ab	<i>Aeschynomene vigil</i>	5.03	1.38
Ab	<i>Bourreria sonora</i>	5.02	1.71
Ab	<i>Ruellia californica</i>	4.77	0.99

Ar	<i>Pachycereus pringlei</i>	4.75	2.75
Ab	<i>Cordia brevispicata</i>	4.74	1.97
Ab	<i>Hyptis laniflora</i>	4.55	1.23
Ab	<i>Euphorbia xantii</i>	4.46	1.49
Ab	<i>Ferocactus peninsulae</i>	4.39	3.43
Ar	<i>Cercidium peninsulae</i>	4.28	3.01
Ab	<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	4.20	1.58
Ab	<i>Celosia floribunda</i>	4.19	2.31
Ab	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	4.09	2.32
Ab	<i>Randia megacarpa</i>	4.06	3.13
Ab	<i>Acacia goldmanii</i>	4.06	1.70
Ab	<i>Indigofera fruticosa</i>	3.78	1.42
Ab	<i>Senna villosa</i>	3.40	2.07
Ar	<i>Pisonia flavescens</i>	3.35	3.25
Ar	<i>Forchameria watsonii</i>	3.34	2.48
Ab	<i>Amyris madreensis</i>	2.64	2.03
Ab	<i>Opuntia alcahes</i>	2.62	1.47
Ab	<i>Pereskia porteri</i>	2.62	1.25
Ab	<i>Condalia globosa</i>	2.57	1.42
Ab	<i>Paullinia sonora</i>	2.56	1.59
Ab	<i>Krameria sp.</i>	2.54	1.00
Ab	<i>Brickellia peninsulae</i>	2.52	2.02
Ab	<i>Opuntia molesta</i>	2.49	1.75
Ab	<i>Ruellia peninsularis</i>	2.42	1.69
Ab	<i>Haplopappus sonoriensis</i>	2.29	1.42
Ar	<i>Lophoceros schotti</i>	2.24	1.87
Ab	<i>Echinocereus sciurus</i>	2.16	1.25
Ab	<i>Acacia farnesiana</i>	1.96	1.47
Ab	<i>Desmanthus fruticosus</i>	1.86	1.22
Ab	<i>Cardiospermum tortuosum</i>	1.63	1.21

Cuadro 8	Ar	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4.40	1.18
	Ar	<i>Gochnatia arborescens</i>	4.39	1.33
	Ab	<i>Malpighia diversifolia</i>	4.37	1.68
	Ab	<i>Ferocactus peninsulae</i>	4.28	2.97
	Ar	<i>Esenbeckia flava</i>	4.15	1.63
	Ab	<i>Agave sobria</i>	4.15	1.26
	Ar	<i>Lophocereus schotti</i>	4.13	1.60
	Ar	<i>Sapium biloculare</i>	4.09	2.05
	Ab	<i>Castela peninsularis</i>	4.03	1.67
	Ab	<i>Fouquieria burragei</i>	3.97	1.57
	Ab	<i>Acacia pacensis</i>	3.95	1.19
	Ab	<i>Bernardia mexicana</i>	3.94	2.36
	Ab	<i>Maba intricata</i>	3.93	2.92
	Ar	<i>Cercidium peninsulare</i>	3.88	2.67
	Ab	<i>Agave datilyo</i>	3.83	1.70
	Ab	<i>Celosia floribunda</i>	3.79	1.09
	Ab	<i>Schoepfia californica</i>	3.74	1.82
	Ab	<i>Larrea tridentata</i>	3.69	1.52
	Ab	<i>Citharexylum flabellifolium</i>	3.67	1.31
	Ab	<i>Coursetia glandulosa</i>	3.64	1.28
	Ar	<i>Senna atomaria</i>	3.61	2.04
	Ab	<i>Condalia globosa</i>	3.60	1.31
	Ar	<i>Bursera filicifolia</i>	3.49	2.70
	Ab	<i>Paullinia sonorensis</i>	3.47	0.78
	Ab	<i>Senna villosa</i>	3.45	1.60
	Ar	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	3.44	2.10
	Ab	<i>Maytenus phyllantoides</i>	3.36	2.13
	Ab	<i>Cardiospermum spinosum</i>	3.33	0.91
	Ar	<i>Cercidium floridum</i>	3.28	2.74
	Ab	<i>Viguiera deltoidea</i>	3.27	1.81
	Ar	<i>Colubrina viridis</i>	3.19	1.29
	Ab	<i>Dyphysa sp.</i>	3.16	1.34
	Ab	<i>Calliandra peninsularis</i>	3.16	2.18
	Ab	<i>Caesalpinia pannosa</i>	3.05	2.06
	Ab	<i>Tecoma stans</i>	3.01	2.76
	Ab	<i>Bumelia peninsularis</i>	3.01	1.25
	Ab	<i>Guaiacum unijugum</i>	2.98	2.61
	Ab	<i>Chiococca alba</i>	2.84	1.32
	Ab	<i>Echinocereus brandegeei</i>	2.81	0.87
	Ab	<i>Simmondsia chinensis</i>	2.80	1.75
	Ar	<i>Erythrina flabelliformis</i>	2.77	1.71
	Ab	<i>Duranta repens</i>	2.73	1.67
	Ab	<i>Berginia virgata</i>	2.71	1.00
	Ab	<i>Wilcoxia striata</i>	2.68	1.69
	Ab	<i>Diospyros californica</i>	2.67	2.18
	Ab	<i>Calliandra californica</i>	2.63	1.14
	Ab	<i>Schaefferia cuneifolia</i>	2.55	1.51
	Ab	<i>Polypogon apopetala</i>	2.27	1.81
	Ab	<i>Pereskopsis porteria</i>	2.21	1.50

Ar	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4.40	1.18
Ar	<i>Gochnatia arborescens</i>	4.39	1.33
Ab	<i>Malpighia diversifolia</i>	4.37	1.68
Ab	<i>Ferocactus peninsulae</i>	4.28	2.97
Ar	<i>Esenbeckia flava</i>	4.15	1.63
Ab	<i>Agave sobria</i>	4.15	1.26
Ar	<i>Lophocereus schottii</i>	4.13	1.60
Ar	<i>Sapium biloculare</i>	4.09	2.05
Ab	<i>Castela peninsularis</i>	4.03	1.67
Ab	<i>Fouquieria burragei</i>	3.97	1.57
Ab	<i>Acacia pacensis</i>	3.95	1.19
Ab	<i>Bernardia mexicana</i>	3.94	2.36
Ab	<i>Maba intricata</i>	3.93	2.92
Ar	<i>Cercidium peninsulare</i>	3.88	2.67
Ab	<i>Agave datilyo</i>	3.83	1.70
Ab	<i>Celosia floribunda</i>	3.79	1.09
Ab	<i>Schoepfia californica</i>	3.74	1.82
Ab	<i>Larrea tridentata</i>	3.69	1.52
Ab	<i>Citharexylum flabellifolium</i>	3.67	1.31
Ab	<i>Coursetia glandulosa</i>	3.64	1.28
Ar	<i>Senna atomaria</i>	3.61	2.04
Ab	<i>Condalia globosa</i>	3.60	1.31
Ar	<i>Bursera filicifolia</i>	3.49	2.70
Ab	<i>Paullinia sonorensis</i>	3.47	0.78
Ab	<i>Senna villosa</i>	3.45	1.60
Ar	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	3.44	2.10
Ab	<i>Maytenus phyllantoides</i>	3.36	2.13
Ab	<i>Cardiospermum spinosum</i>	3.33	0.91
Ar	<i>Cercidium floridum</i>	3.28	2.74
Ab	<i>Viguiera deltoidea</i>	3.27	1.81
Ar	<i>Colubrina viridis</i>	3.19	1.29
Ab	<i>Dyphysa sp.</i>	3.16	1.34
Ab	<i>Calliandra peninsularis</i>	3.16	2.18
Ab	<i>Caesalpinia pannosa</i>	3.05	2.06
Ab	<i>Tecoma stans</i>	3.01	2.76
Ab	<i>Bumelia peninsularis</i>	3.01	1.25
Ab	<i>Guaiacum unijugum</i>	2.98	2.61
Ab	<i>Chiococca alba</i>	2.84	1.32
Ab	<i>Echinocereus brandegeei</i>	2.81	0.87
Ab	<i>Simmondsia chinensis</i>	2.80	1.75
Ar	<i>Erythrina flabelliformis</i>	2.77	1.71
Ab	<i>Duranta repens</i>	2.73	1.67
Ab	<i>Berginia virgata</i>	2.71	1.00
Ab	<i>Wilcoxia striata</i>	2.68	1.69
Ab	<i>Diospyros californica</i>	2.67	2.18
Ab	<i>Calliandra californica</i>	2.63	1.14
Ab	<i>Schaefferia cuneifolia</i>	2.55	1.51
Ab	<i>Polypogon apopetala</i>	2.27	1.81
Ab	<i>Pereskia porteria</i>	2.21	1.50

Ab	<i>Haplopappus sonoriensis</i>	2.21	1.44
Ab	<i>Acacia brandegeana</i>	2.17	1.82
Ab	<i>Acalypha californica</i>	2.07	1.14
Ab	<i>Jatropha vernicosa</i>	1.59	1.12
Ab	<i>Cochemia poselgeri</i>	1.47	1.74

Cuadro 9. Jerarquización de las 53 especies del Desierto Sonorense (SD) Con base al valor relativo de importancia (VRI) , se muestra también el valor de la desviación estándar (s). Resultados de 6 localidades de muestreo y 1383 individuos arbóreos (Ar) y arbustivos (Ab).

FV	Especie	VRI	s
Ab	<i>Jatropha cuneata</i>	12.98	6.95
Ab	<i>Opuntia cholla</i>	12.76	1.96
Ab	<i>Aeschynomene nivea</i>	11.75	1.76
Ar	<i>Bursera microphylla</i>	10.89	1.81
Ar	<i>Fouquieria diguetii</i>	10.51	1.34
Ab	<i>Stenocereus gummosus</i>	10.42	4.03
Ab	<i>Echinocereus engelmannii</i>	9.97	1.75
Ar	<i>Pachycereus pringlei</i>	9.88	1.71
Ab	<i>Lycium sp.</i>	9.70	2.93
Ab	<i>Ruellia peninsularis</i>	9.66	2.61
Ab	<i>Larrea tridentata</i>	9.62	4.23
Ab	<i>Viguiera microphylla</i>	9.29	3.09
Ab	<i>Fouquieria burragei</i>	8.74	2.17
Ab	<i>Opuntia calmalliana</i>	8.55	2.62
Ar	<i>Lysiloma candida</i>	8.46	2.37
Ab	<i>Jatropha cinerea</i>	8.07	2.42
Ar	<i>Cercidium microphyllum</i>	7.63	3.46
Ab	<i>Bourreria sonorae</i>	7.63	1.20
Ab	<i>Viguiera deltoidea</i>	7.50	4.35
Ab	<i>Opuntia alcahes</i>	7.48	1.49
Ar	<i>Olneya tesota</i>	7.44	2.56
Ab	<i>Caesalpinia placida</i>	7.26	3.81
Ar	<i>Bursera hindsiana</i>	7.02	3.09
Ab	<i>Desmanthus fruticosus</i>	6.99	2.02
Ar	<i>Colubrina viridis</i>	6.74	2.14
Ar	<i>Bursera odorata</i>	6.74	0.87
Ar	<i>Pithecellobium confine</i>	6.63	2.18
Ab	<i>Caesalpinia arenosa</i>	6.61	2.68
Ab	<i>Brickellia peninsularis</i>	6.60	3.29
Ar	<i>Yucca valida</i>	6.57	1.20
Ar	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	6.40	3.42
Ar	<i>Stenocereus thurberi</i>	6.30	2.11
Ab	<i>Agave sobria</i>	6.03	1.13
Ar	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	5.93	1.67
Ab	<i>Castela peninsularis</i>	5.84	1.59
Ab	<i>Krameria spp.</i>	5.78	1.25
Ab	<i>Hyptis spp.</i>	5.76	1.57
Ab	<i>Adelia virgata</i>	5.62	1.91
Ab	<i>Mimosa brandegeei</i>	5.59	1.87
Ab	<i>Cardiospermum spinosum</i>	5.57	3.21
Ab	<i>Ruellia californica</i>	5.47	2.57
Ab	<i>Euphorbia misera</i>	5.41	0.70
Ab	<i>Simmondsia chinensis</i>	5.29	3.14

Ab	<i>Randia megacarpa</i>	5.04	2.34
Ab	<i>Opuntia topona</i>	4.93	1.42
Ab	<i>Caesalpinia californica</i>	4.76	1.71
Ab	<i>Haplopappus sonoriensis</i>	4.49	1.79
Ar	<i>Pachycormus discolor</i>	4.42	1.41
Ab	<i>Acacia pacensis</i>	4.34	1.01
Ab	<i>Ferocactus gracilis</i>	4.13	2.23
Ab	<i>Atamisquea emarginata</i>	4.07	2.09
Ab	<i>Shaefferia cuneifolia</i>	3.94	1.52
Ar	<i>Ficus palmeri</i>	3.72	1.72

Cuadro 10 . Integración específica de los seis grupos de especies señalados en el dendrograma de la figura 2. Cada grupo está conformado por el número de especies señalado entre paréntesis. Se muestran sólo siete especies representativas de cada grupo, mismas que señalan el respectivo valor relativo de importancia (VRI) y su desviación estándar (s) calculado globalmente para cada especie en cada comunidad (ver texto para detalles). La adscripción a cada comunidad y el respectivo valor del VRI proporciona una idea del papel estructural de cada especie en el gradiente de vegetación desértico a tropical seco. La constancia señala la aparición de la especie en un total de 33 localidades. FV forma de vida, arbórea (Ar) o arbustiva (Ab).

	F V	Especie	SBC	s	MSC	s	DS	s	Constancia
Grupo I (7)	Ar	<i>Bursera microphylla</i>	7.1	± 1.5	11.8	± 3.9	10.9	± 1.8	23
	Ar	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	10.3	± 3.5	11.1	± 3.8	6.4	± 3.4	20
	Ab	<i>Jatropha cinerea</i>	14.5	± 5.7	15.5	± 7.1	8.1	± 2.4	25
	Ab	<i>Opuntia cholla</i>	7.2	± 1.3	10.7	± 4.5	12.7	± 1.9	26
	Ar	<i>Pachycereus pringlei</i>	4.7	± 2.7	8.1	± 1.5	9.8	± 1.7	22
	Ab	<i>Stenocereus gummosus</i>	6.9	± 1.4	11.3	± 3.9	10.4	± 4.1	21
	Ar	<i>Stenocereus thurberi</i>	9.6	± 1.5	6.9	± 1.8	6.3	± 2.1	24
Grupo II (9)	Ab	<i>Adelia virgata</i>	7.9	± 1.1	7.1	± 1.1	5.6	± 1.9	15
	Ab	<i>Bourreria sonora</i>	5.1	± 1.7	5.6	± 1.5	7.6	± 1.2	16
	Ar	<i>Colubrina viridis</i>	10.3	± 2.7	7.5	± 1.1	6.7	± 2.1	12
	Ab	<i>Cordia brevispicata</i>	4.7	± 2.1	4.9	± 1.7			11
	Ab	<i>Ferocactus s.l.</i>	4.4	± 3.4	4.3	± 2.9	4.1	± 2.2	12
	Ar	<i>Fouquieria diguetii</i>	9.2	± 2.1	10.8	± 3.3	10.5	± 1.3	19
	Ar	<i>Lysiloma candida</i>	10.2	± 2.9	7.6	± 0.8	8.4	± 2.3	15
Grupo III (20)	Ar	<i>Erythrina flabelliformis</i>	6.7	± 1.6	2.7	± 1.7			9
	Ar	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	7.4	± 1.1	4.4	± 1.9	5.9	± 1.7	12
	Ar	<i>Lysiloma divaricata</i>	12.4	± 5.2					7
	Ar	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	8.3	± 2.5	3.4	± 2.1			13
	Ar	<i>Plumeria acutifolia</i>	6.4	± 1.6					5
	Ar	<i>Senna atomaria</i>	8.6	± 0.3	3.6	± 2.1			8
	Ab	<i>Tecoma stans</i>	9.5	± 1.2	3.0	± 2.7			13
Grupo IV (11)	Ab	<i>Aeschynomene nivea</i>	5.1	± 1.3	5.5	± 2.4	11.7	± 1.7	13
	Ar	<i>Bursera odorata</i>	5.1	± 2.1	7.1	± 0.9	6.7	± 0.9	15
	Ab	<i>Castela peninsularis</i>			4.1	± 1.6	5.8	± 1.5	8
	Ab	<i>Euphorbia californica</i>	6.2	± 1.1	7.2	± 1.5			13
	Ab	<i>Jatropha cuneata</i>			7.5	± 2.2	12.9	± 6.9	10
	Ab	<i>Krameria s. l.</i>	2.5	± 1.1	4.9	± 0.5	5.8	± 1.2	6
	Ar	<i>Olneya tesota</i>			5.6	± 2.1	7.4	± 2.5	9
Grupo V (18)	Ab	<i>Coursetia glandulosa</i>	7.7	± 1.4	3.6	± 1.2			7
	Ar	<i>Esenbeckia flava</i>	7.6	± 1.2	4.1	± 1.6			9
	Ab	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	4.9	± 2.3	7.1	± 0.7			9
	Ab	<i>Hyptis s. l.</i>	4.5	± 1.2	6.8	± 1.7	5.7	± 1.6	9
	Ar	<i>Lophocereus schottii</i>	2.2	± 1.8	4.1	± 1.6			5
	Ab	<i>Mimosa brandegeei</i>	9.7	± 3.1	6.4	± 0.7	5.9	± 1.8	12
	Ar	<i>Pithecellobium confine</i>	7.6	± 1.9	4.8	± 1.2	6.6	± 2.1	6
Grupo VI (40)	Ab	<i>Acacia pacensis</i>			3.9	± 1.2	4.3	± 1.1	3
	Ab	<i>Atamisquea emarginata</i>			4.0	± 2.1	4.4	± 1.1	5

Ab	<i>Fouquieria burragei</i>		3.9 ± 1.5	8.7 ± 2.1	4
Ab	<i>Haplopappus sonoriensis</i>	2.2 ± 1.4	2.2 ± 1.4	4.5 ± 1.7	3
Ab	<i>Larrea tridentata</i>		3.6 ± 1.5	9.6 ± 4.2	4
Ar	<i>Prosopis articulata</i>		6.3 ± 1.3		5
Ab	<i>Simmondsia chinensis</i>		2.8 ± 1.7	5.2 ± 3.1	4

Cuadro 11: a) Valores promedio para las variables altura y cobertura (y su desviación estándar, *s*) para cada forma de vida (arbórea o arbustiva) en cada una de las comunidades anotadas. *N* denota el número de individuos totales a cada comunidad y *n* el número de individuos en la forma de vida señalada. b) valores para las *F* de la prueba de análisis de varianza de una vía.

a)

Comunidad	Forma de Vida	Altura M	s	Cobertura m ²	s
DS (N 1228)	Arbustos (n 982)	1.07	±0.47	2.05	±22.96
	Arboles (n 246)	1.98	±0.77	4.76	±3.88
SCS (N 4985)	Arbustos (n 3842)	1.37	±0.76	1.95	±3.24
	Arboles (n 1053)	2.39	±1.57	5.12	±5.81
TDF (N 3834)	Arbustos (n 2673)	1.75	±1.01	2.06	±3.45
	Arboles (n 924)	3.25	±1.92	7.23	±11.66

b)

	Altura	Cobertura
Arbustivas	$F_{.05, 2, 7492} = 291 *$	$F_{.05, 2, 7492} = 0.96$
Arbóreas	$F_{.05, 2, 2220} = 114 *$	$F_{.05, 2, 2220} = 17 *$

* significativos a $p < 0.05$

Cuadro 12. Combinación de los pisos bioclimáticos (niveles ómbricos y térmicos) incidentes en cada uno de los tipos de vegetación de la Región del Cabo. Modificado de Peinado *at al.* 1994.

Comunidad	Nivel ómbrico	Nivel térmico
Vegetación Costera	Árido	Termotropical
Matorral Sarcocaulle	Semiárido	Termotropical
Selva Baja Caducifolia	Seco	Termotropical
Bosque de Encino	Seco	Mesotropical
Bosque de Pino-Encino	Subhúmedo	Mesotropical