

LA SIERRA DE LA LAGUNA DE BAJA CALIFORNIA SUR



LAURA ARRIAGA Y ALFREDO ORTEGA
Editores

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DE BAJA CALIFORNIA SUR A.C.**

**LA SIERRA
DE LA LAGUNA
DE BAJA CALIFORNIA SUR**

LAURA ARRIAGA Y ALFREDO ORTEGA
Editores

Publicación No. 1

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DE BAJA CALIFORNIA SUR A.C.**

1988

Fotografía de portada: Cañón de la Zorra. *J.L. León*
Cuidado de la edición y diseño: Begoña Sánchez Venero

D.R. © 1988 Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C.
Apartado Postal 128
La Paz, Baja California Sur 23000
ISBN 968-29-2308-5

Derechos reservados conforme a la ley
Impreso y hecho en México

“Años después, cuando el Conde de Monterrey ordenaba el segundo viaje de Vizcaíno, en su decisión no pesaban las observaciones del marino sobre la riqueza de California. El virrey no lo envió a buscarlas ni a apoderarse de ellas. Tampoco le ordenó colonizar la tierra. El viaje de 1602, de acuerdo con las instrucciones a que tuvo que sujetarse, fue de observación científica.

”Aunque en la Nueva España, y en general en los movimientos de expansión hispana durante los siglos XVI y XVII no eran sorprendentes viajes como éste, sin propósito inmediato, calculados para aprovechar sus enseñanzas en épocas posteriores, el de Vizcaíno respondía a una necesidad apremiante, de urgente defensa y vigilancia territorial.

”Más sorprendente es que México, educado en esa Escuela, haya olvidado la enseñanza...”

Fernando Jordán
El Otro México
1956

AUTORES EN ESTA EDICIÓN

Sergio Alvarez Cárdenas. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Gustavo Arnaud Franco. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Laura Arriaga Cabrera. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Rocío Coria Benet. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Ernesto Díaz Rivera. División de Biología Marina, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Raymundo Domínguez Cadena. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Peter F. Ffolliott. School of Renewable Natural Resources, University of Arizona, Tucson, Arizona, E.U.A.

Martín M. Fogel. School of Renewable Natural Resources, University of Arizona, Tucson, Arizona, E.U.A.

Patricia Galina Tessaro. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Sonia Gallina Tessaro. Instituto de Ecología, México, D.F., México.

Phillip Guertin. School of Renewable Natural Resources, University of Arizona, Tucson, Arizona, E.U.A.

Alberto González Romero. Instituto de Ecología, México, D.F., México.

María Luisa Jiménez Jiménez. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

José Luis León de la Luz. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Yolanda Maya Delgado. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F., México.

Salvador Morelos Ochoa. Dirección de Educación Ambiental, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, México, D.F., México.

Alfredo Ortega Rubio. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Gustavo Padilla Arredondo. División de Biología Marina, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Sergio Pedrín Avilés. División de Biología Marina, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Ricardo Rodríguez Estrella. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

Magdalena Vázquez González. División de Biología Terrestre, Centro de Investigaciones Biológicas, Baja California Sur, México.

CONTENIDO

Prólogo	<i>Daniel Lluch B.</i>	11
Agradecimientos		13
Capítulo 1	Características generales <i>Laura Arriaga C. y Alfredo Ortega R.</i>	15

SECCIÓN I EL AMBIENTE FÍSICO

Capítulo 2	Historia geológica y paleoecología <i>Gustavo Padilla A., Sergio Pedrín A. y Ernesto Díaz R.</i>	27
Capítulo 3	Características fisiográficas e hidrológicas <i>Phillip Guertin, Peter F. Ffolliott y Martín M. Fogel.</i>	37
Capítulo 4	Climatología <i>Rocío Coria B.</i>	45
Capítulo 5	Edafología <i>Yolanda Maya D.</i>	53

SECCIÓN II EL AMBIENTE BIOLÓGICO: VEGETACIÓN

Capítulo 6	La vegetación: una aproximación a través de la fotointerpretación <i>Salvador Morelos O.</i>	69
Capítulo 7	Aspectos florísticos <i>José Luis León, Raymundo Domínguez C. y Rocío Coria B.</i>	83

Capítulo 8	Importancia ecológica de las perturbaciones exógenas en un bosque de pino-encino <i>Laura Arriaga C.</i>	115
------------	---	-----

SECCIÓN III

EL AMBIENTE BIOLÓGICO: INVERTEBRADOS

Capítulo 9	Fauna colembológica de hojarasca y suelo <i>Ma. Magdalena Vázquez G.</i>	133
Capítulo 10	Aspectos ecológicos de las arañas <i>Ma. Luisa Jiménez J.</i>	149

SECCIÓN IV

EL AMBIENTE BIOLÓGICO: VERTEBRADOS

Capítulo 11	Herpetofauna <i>Sergio Alvarez C., Patricia Galina T., Alberto González R. y Alfredo Ortega R.</i>	167
Capítulo 12	Avifauna <i>Ricardo Rodríguez E.</i>	185
Capítulo 13	Mastofauna <i>Patricia Galina T., Alberto González R., Gustavo Arnaud F., Sonia Gallina T. y Sergio Alvarez C.</i>	209
Capítulo 14	Consideraciones finales <i>Alfredo Ortega R. y Laura Arriaga C.</i>	229
Apéndices	Mapa de suelo Mapa de vegetación	

PRÓLOGO

En la presente edición el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), a través de su División de Biología Terrestre, da a conocer los resultados de una serie de estudios realizados en la región montañosa de la Región del Cabo en Baja California Sur.

Los responsables de la edición del libro, la M.C. Laura Arriaga Cabrera y el Dr. Alfredo Ortega Rubio, se han preocupado por presentar una serie de capítulos con una secuencia lógica y coordinada, preparados por el equipo de investigación de esta División y con la colaboración especial de algunos autores provenientes de otras instituciones, particularmente de la Escuela de Recursos Naturales Renovables de la Universidad de Arizona (E.U.A.), del Instituto de Ecología (México) y de la Dirección de Educación Ambiental de SEDUE (México). La presente obra sintetiza el esfuerzo que han realizado en la Sierra de La Laguna todos los autores que sistemáticamente han trabajado en esta abrupta región.

El libro se inicia con una introducción general sobre la Sierra de La Laguna, en donde se enfatiza la importancia de la zona en diversos aspectos. En seguida se presentan cuatro secciones: una que versa sobre el ambiente físico, que incluye las características geológicas, climatológicas, edafológicas, fisiográficas e hidrológicas; y otras tres secciones en donde se describe el ambiente biológico. En una de estas secciones se tratan varios aspectos relacionados con la botánica, particularmente se presentan algunos datos florísticos y ecológicos sobre los diversos tipos de vegetación que concurren en la Sierra de La Laguna; mientras que en las otras secciones se presentan los diferentes componentes de la fauna local descritos por grupos de invertebrados y vertebrados. Posteriormente, el libro concluye con una sección de consideraciones finales en donde se realiza la importancia biológica de la región.

Uno de los propósitos fundamentales de los editores es dar a conocer la potencialidad de los estudios básicos que se pueden desarrollar en el área, así como enfatizar la necesidad de conservar y proteger la región desde un punto de vista legal, como una Reserva de la Biósfera.

Espero que la presente obra sirva de estímulo positivo, no sólo para todos los participantes en las investigaciones que se llevan a cabo en la Sierra de La Laguna, sino también para que otros jóvenes estudiantes se incorporen a los proyectos que la División de Biología Terrestre está realizando en el área de ecología vegetal y animal; ya que el conocimiento de nuestros recursos naturales es indispensable para el desarrollo del Estado y del país.

Finalmente, espero que otras instituciones hagan suya la proposición inicial que hacemos de decretar esta región como una Reserva de la Biósfera, como el mejor camino para asegurar la permanencia, el manejo adecuado y la explotación racional de nuestros recursos.

Dr. Daniel Lluch Belda
Baja California Sur
México

AGRADECIMIENTOS

Los estudios que se compilan en esta edición se han realizado gracias a la colaboración de muchas personas e instituciones a quienes quisiéramos hacer patente nuestro agradecimiento.

Un reconocimiento especial al apoyo, la confianza y los estímulos que nos ha brindado el Dr. Daniel Lluch Belda, durante su gestión en la Dirección del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), para la realización de estas investigaciones; así como para la publicación de este libro.

De igual manera, agradecemos el apoyo económico que nos ha brindado la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT). Así como la Coordinación Sectorial de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP).

Asimismo, queremos expresar nuestro agradecimiento a la Academia de la Investigación Científica del Tercer Mundo (Twas) y a la Academia de la Investigación Científica de México (AIC) por el apoyo que nos brindaron para la realización de los estudios básicos en la Sierra de La Laguna.

A la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales y a la Delegación Estatal de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) les agradecemos su gestión política para la difusión y la promoción legal de esta zona como una Reserva de la Biósfera.

Quisiéramos agradecer también las facilidades que la Dirección Administrativa del CIB nos ha proporcionado para la continuidad de nuestras investigaciones en la zona. Así como la colaboración del D.G. Roberto Lomelí en la elaboración de gran parte del material gráfico de los capítulos que integran esta edición.

Finalmente un agradecimiento muy especial a las siguientes personas: Raymundo Domínguez, Amado Cota, Franco Cota y Marcos Acevedo, por su ayuda perseverante y sistemática en la realización de los trabajos de campo; en especial por habernos brindado su tiempo y su conocimiento sobre la flora y fauna regional, sin su participación estos estudios se habrían realizado muy lentamente. Por último, al Sr. Florentino Cota y a la Sra. Loreto Orantes les agradecemos su apoyo logístico para las salidas al campo.

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Laura Arriaga y Alfredo Ortega

Antecedentes

El conocimiento de los recursos naturales de un país es fundamental para que el hombre pueda realizar una explotación periódica, sostenida y racional de los recursos actuales o potenciales de las distintas regiones geográficas del mismo. Para ello, es imprescindible y prioritario disponer de inventarios florísticos y faunísticos de los diversos ecosistemas así como conocer sus componentes abióticos.

En este sentido, el Estado de Baja California Sur brinda una oportunidad excepcional para planificar, estudiar y dictaminar las medidas pertinentes para el aprovechamiento y el uso racional de sus recursos, ya que no ha estado sujeto a una presión social y económica de magnitud tal, que haya afectado irreversiblemente el ambiente natural. Baja California Sur tiene la densidad poblacional más baja del país (4 individuos/km²), lo cual aunado a su aislamiento geográfico, ha permitido que gran parte de su territorio mantenga sus características fisonómicas y estructurales originales.

Una de las zonas más interesantes de la región, desde un punto de vista biológico, es la porción meridional de la Península, conocida como Región del Cabo, en donde se localiza la Sierra de La Laguna. El interés biológico de esta zona radica en el florecimiento de especies únicas, flora y fauna endémica, como resultado del aislamiento geográfico. Dicho aislamiento, que data desde el Mioceno, no sólo ha permitido la evolución de un gran número de endemismos sino que representa el refugio de muchas poblaciones de especies ya extintas en otras regiones. Por la misma razón, existen un gran número de taxa que no se han descrito a profundidad y cuyo estudio seguramente resultará en la descripción de nuevas especies y de nuevos registros para la región y para el país.

Con relación a los trabajos que se han realizado sobre los recursos naturales de esta región existen una serie de estudios desarrollados hace ya algunos años por investigadores extranjeros o centros y universidades del extranjero (Brand-

gee, 1891; 1892; 1903; Brewster, 1902; Johnston, 1924; Eastwood, 1929; Shreve, 1937; Axelrod, 1958; Davis, 1959; Wiggins, 1940; 1960; 1980; Huey, 1964; Shreve y Wiggins, 1964; Banks, 1967; entre otros), en donde se describen algunas especies vegetales y animales características de la península de Baja California. A su vez, algunas instituciones nacionales han realizado trabajos sobre temas más específicos de tipo geográfico, geológico, faunístico, forestal y social (Martínez, 1947; Carter, 1955; Maderey, 1967; 1975; García y Mosiño, 1968; Villa Salas, 1968; Altamirano, 1972; López Ramos, 1973; Castro, 1975; Starker, 1977; Gaitán y Rosales, 1979; Parra, 1985; Woloszyn y Woloszyn, 1982; Robles, 1985).

Cabe hacer notar sin embargo, que la gran mayoría de los estudios que se han hecho sobre la región han sido esporádicos y muy dispersos. De manera general, no responden a un criterio de esfuerzo concentrado, articulado y sistemático. Es por ello que el Centro de Investigaciones Biológicas se ha planteado la obtención de un conocimiento completo, coherente y actualizado considerando los siguientes aspectos fundamentales: el medio físico, los componentes vegetales y animales que constituyen la biota, su interacción a distintos niveles de organización; así como el aspecto social y económico de las poblaciones humanas asentadas en la localidad. Otro de los objetivos fundamentales que nos hemos planteado ha sido la promoción legal de la conservación de la Sierra de La Laguna como una Reserva de la Biósfera.

En este libro presentamos una descripción general sobre la Sierra de La Laguna abordando principalmente sus características físicas (geológicas, fisiográficas, climatológicas, edáficas e hidrológicas) y resaltamos particularmente la importancia biológica de la Sierra desde un punto de vista florístico y faunístico. A continuación se detallan algunos aspectos generales sobre esta Sierra, mismos que se describen ampliamente en cada capítulo de esta edición.

Localización

El área que proponemos como reserva, se ubica al sur del Estado de Baja California Sur en donde sobresalen dos conjuntos montañosos; una sierra pequeña al sureste llamada La Trinidad y un gran macizo que abarca varias serranías que en general se conocen como Sierra de La Laguna. Estas serranías son: Sierra de la Victoria, Sierra de La Laguna, Sierra de San Lorenzo y Sierra de San Lázaro, y se encuentran dispuestas de norte a sur disectadas perpendicularmente por siete cañones. Cinco de ellos se encuentran en la vertiente del Golfo y de acuerdo con su ubicación nortesur son: Cañón de San Dionisio, La Zorra de Guadalupe, San Jorge, Agua Caliente y San Bernardo (Boca de la Sierra). En la vertiente del Pacífico se presentan solamente dos cañones, Las Pilitas (Santa Inés) y La Burrera.

La Sierra de La Laguna se encuentra limitada por los paralelos 22° 50'N y 24° N, y por los meridianos 109° 60'W y 110° 10'W; dentro de la cota altitudinal de los 400 a los 2,200 msnm (Fig. 1). El área propuesta como reserva cubre un área de 151,300 ha., e incluye parcialmente los municipios de La Paz y de Los Cabos. Los límites de las distintas zonas de la reserva también se representan en la Fig. 1. La Zona Núcleo incluye una extensión de 40,900 ha., la Zona de Amorti-

guamiento comprende 41,200 ha., y la Zona de Influencia cubre el resto del área correspondiente a 69,200 ha.

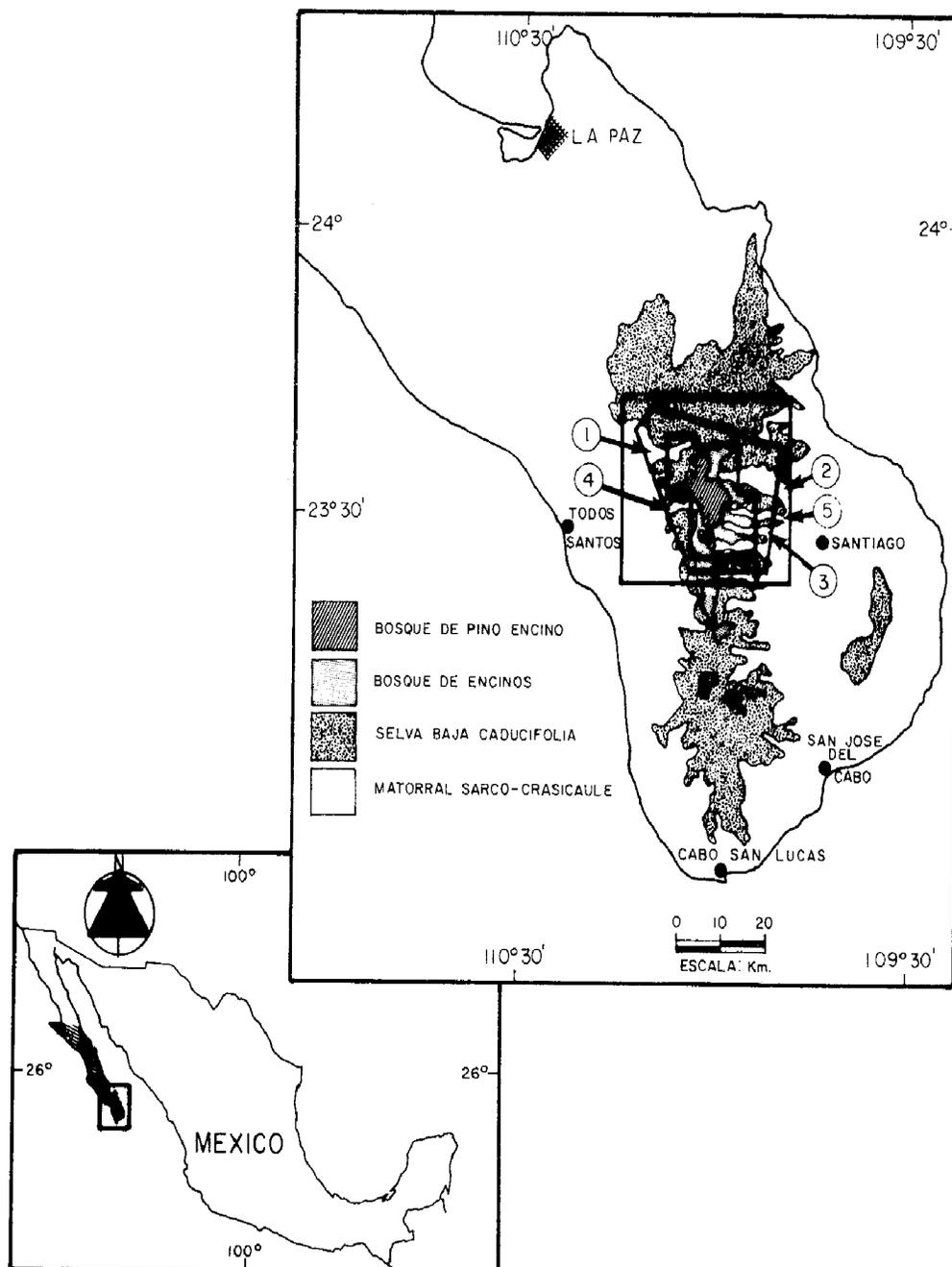


Figura 1. Localización geográfica de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur. (a) Ubicación de la Región del Cabo dentro de la península de Baja California. (b) Zonificación propuesta para la Reserva de la Biósfera Sierra de La Laguna, mostrando los principales tipos de vegetación. 1. Zona Núcleo, 2. Zona de Amortiguamiento, 3. Zona de Influencia, 4. Cañón de La Burrera y 5. Cañón de La Zorra.

La vía de comunicación más importante es la carretera federal No. 1, que parte de La Paz hacia Los Cabos costeando tanto por el Mar de Cortés como por el Océano Pacífico, dándole la vuelta a toda la porción meridional de la Península. Por la costa oriental entronca a la carretera la desviación a Santiago, en donde a través de caminos de terracería, se comunican varios cañones que bajan hasta las estribaciones de la Sierra y por las cuales se puede subir caminando, la vía más común es la que sube por el Cañón de La Zorra (Fig. 1). Por la vertiente occidental, pasando Todos Santos, existen varios caminos de terracería que comunican a las rancherías locales; el camino más conocido para subir es el que parte del Rancho La Burrera, a partir de donde se puede subir caminando (Fig. 1).

Aspectos físicos

La Sierra de La Laguna es un macizo montañoso de naturaleza granítica con un relieve muy escabroso. Desde un punto de vista geomorfológico, este sistema montañoso se corta por profundos cañones orientados en dirección este-oeste, los cuales dan cauce a arroyos intermitentes. En sus partes altas, se encuentran algunos valles o microcuencas y en las partes bajas, la Sierra presenta planicies aluviales con lomeríos más o menos prominentes. La heterogeneidad en el relieve también se refleja en divergencias topográficas entre las vertientes. La vertiente del Pacífico presenta una pendiente muy pronunciada; mientras que la vertiente del Golfo es más suave y tendida.

El clima, a diferencia del resto de la Península, es menos árido en la porción meridional, y presenta muchas variantes altitudinales. En general se presentan tres zonas térmicas: una zona cálida, una semicálida y una templada con una gran variación en temperatura y humedad dependiendo de la exposición de las vertientes. La vertiente del Golfo es más seca y calurosa que la vertiente del Pacífico, que es más húmeda y fría. Las lluvias caen como aguaceros de corta duración y de gran intensidad durante los meses de verano, época en la que también inciden los ciclones tropicales.

Los suelos de la Sierra están generalmente poco desarrollados. En las zonas montañosas predominan los litosoles, aunque en los valles de las zonas más altas se presentan suelos más desarrollados como son los cambisoles húmicos. En las partes bajas y en las mesetas los suelos característicos son los regosoles eútricos; y en los lechos de los ríos y arroyos prevalecen los fluvisoles eútricos.

Desde un punto de vista hidrológico la zona presenta nueve cuencas hidrológicas. En el Golfo se localizan las cuencas más importantes de la región, no sólo porque la naturaleza topográfica de esta vertiente determina la presencia de arroyos con una mayor longitud, sino también porque esta zona cuenta con el aporte de los escurrimientos de la vertiente occidental de la Sierra de La Trinidad (localizada al este de la Sierra de La Laguna, Fig. 1). De acuerdo con la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en esta vertiente se encuentran dos cuencas hidrológicas principales que son las que dan lugar a los arroyos de San José y Santiago, el primero con un área tributaria de aproximadamente 12,640 km² y que desemboca en

la Bahía de San José del Cabo; y el segundo con un área tributaria de 7,690 km² aproximadamente, y que desemboca en la Bahía Palmas. En la vertiente del Pacífico las cuencas hidrológicas dan lugar a los arroyos Matancitas, San Jacinto y Candelaria, cada uno con un área tributaria de 2,000 km² aproximadamente y todos ellos desembocan a las costas del Océano Pacífico.

Flora y fauna

La incidencia de los factores físicos del ambiente que describimos en la sección anterior favorecen el desarrollo de diferentes tipos de vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal y están caracterizados por: *a*) Matorral xerófilo, ubicado desde el nivel del mar hasta los 300 m de altitud. Este tipo de vegetación alberga muchos elementos característicos del desierto sonorense. *b*) Bosque tropical caducifolio, el cual se encuentra distribuido de los 300 a los 800 m y cubre una extensión aproximada de 35,000 ha. *c*) Bosque de encinos, localizado entre los 800 y los 1,200 m. Este bosque todavía presenta muchos elementos tropicales en estratos inferiores al dosel superior. *d*) Bosque de pino-encino, el cual se establece en las porciones más altas de la Sierra y cubre alrededor de 20,000 ha. (Fig. 1).

La presencia de tipos de vegetación mésicos y del bosque tropical caducifolio es de gran importancia ya que representan los únicos bosques de este tipo en todo el Estado. Los bosques más cercanos se encuentran a una distancia de 800 km en la porción norte de la Península, y están separados de los bosques continentales por una franja de mar y tierra de 500 km aproximadamente. Estos hechos ubican a la Sierra de La Laguna como una isla de vegetación rodeada de miles de kilómetros de zonas desérticas y por el Mar de Cortés.

La separación de la Región del Cabo de su porción continental se efectuó durante el Mioceno, hace aproximadamente 10 millones de años (Axelrod, 1958), razón por la cual la flora y la fauna de la Sierra de La Laguna han desarrollado especies únicas. Un ejemplo de la alta incidencia de especies y subespecies endémicas se muestra en el Cuadro 1. De acuerdo con este cuadro se puede observar que la región alberga la gran mayoría de las especies endémicas que se han descrito para el Estado. Sin embargo, debido a los pocos trabajos que se han realizado en estas comunidades aún quedan un gran número de especies vegetales y animales sin haber sido descritas.

Otro aspecto resultado del aislamiento son las características insulares que presentan muchos organismos en la Sierra de La Laguna. Brandegee (1892) reporta que de 390 géneros de plantas registrados, existen 230 que están representados por una sola especie, a pesar de que ya se tienen datos más actualizados (Capítulo 7), los resultados de Brandegee indican una proporción de géneros a especies similar a la que se encuentra en floras insulares. Otras características insulares tales como habilidades competitivas bajas y una gran susceptibilidad a depredadores alóctonos se presenta en varios grupos de animales en la región por ejemplo, frecuentemente se encuentran especies de coleópteros ápteras (Halfpter, com. pers.). Por otro lado y también como resultado del aislamiento, se aprecian

fenómenos muy interesantes como es la ausencia de varias especies de lagomorfos y de roedores *i.e.* ardillas y conejos en el bosque de pino-encino. Seguramente el papel ecológico de estos grupos en las comunidades de la Sierra, lo han de reemplazar otros taxa. Las investigaciones que surjan en torno a este y otros aspectos ecológicos seguramente serán de gran interés científico.

Uso de los recursos naturales

Las poblaciones indígenas del noroeste de México, incluyendo las de Baja Cali-

Cuadro 1. Incidencia de especies (sp.) endémicas o exclusivas y de categorías menores (ssp.) en la Región del Cabo de Baja California Sur.

	Número de Especies				Autor
	Total	Unicas del bosque pino-encino	Unicas de la Región del Cabo	Nuevas	
Plantas Vasculares	732 1000	17 20	72 150		Brandegge (1892) León de la Luz (com. pers.)
Invertebrados:					
Collembola	37	1		7	Vázquez y Palacios-Vargas (1987)
Araneae	73	16	73	21	Jiménez (1987)
Vertebrados:					
Herpetofauna	48		10 sp. 5 ssp.		Murphy (1983)
Avifauna	97	3	2 sp. 22 ssp.		Brewster (1902) Banks (1967)
Mastofauna	44	4 ssp.	2 sp. 12 ssp.		Galina, Alvarez y Arnaud (1987)

fornia Sur, fueron casi todas nómadas o seminómadas con un modo de vida bastante primitivo basado en la caza, pesca y en la recolección de frutos silvestres. En la región correspondiente a la Sierra de La Laguna, el grupo étnico predominante fue el de los pericúes, aunque a la llegada de los españoles éstos ya se encontraban en densidades poblacionales muy bajas (León Portilla, 1982; Reygadas y Velázquez, 1983). Posteriormente, durante el siglo XVI, la llegada de los españoles trajo consigo la colonización de la Península por las misiones jesuitas y por consiguiente un incremento en la población humana. Con la colonización se introdujo el uso de prácticas agrícolas y ganaderas, de donde se origina la tradición de uso actual del suelo y de los recursos vegetales y animales en la Región del Cabo.

Actualmente la actividad agrícola en la zona está restringida a pequeñas áreas de riego principalmente en Santiago, la cuenca de San José del Cabo y Todos Santos, todas ellas localizadas fuera de la Zona de Amortiguamiento de la reserva. Los principales productos agrícolas que se cultivan son la alfalfa, aguacate, cítricos, forrajes, mango, algodón, cártamo, chile, frijol, hortalizas, jitomate, maíz, sorgo, trigo y algunos otros productos de menor importancia. En las rancherías, ubicadas en su mayor parte en la Zona de Amortiguamiento, es común el cultivo de árboles frutales en huertos familiares para autoconsumo o para venta en pequeña escala a sitios vecinos.

La explotación forestal en la zona se realiza únicamente como actividad complementaria debido a la baja potencialidad de los recursos. La explotación forestal se efectúa sobre productos que consisten básicamente en leña, carbón, postes y vigas de palma para construcción, así como hojas de palma para cubrir techos. Un numeroso grupo de especies silvestres se utilizan como forraje, otras más se utilizan con fines alimenticios, medicinales y en menor escala se explotan especies para fines industriales como son la jojoba y la damiana.

La actividad pecuaria es quizás la actividad más importante que afecta el área propuesta como reserva. La ganadería que se practica es extensiva y está limitada por bajos índices de agostadero. De acuerdo con datos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos se estiman índices promedio de 45 y 30 ha. por unidad animal por año para el matorral xerófilo y para el bosque tropical caducifolio respectivamente, siendo estos tipos de vegetación los más afectados por presiones de forrajeo y registrándose asimismo, la sobreexplotación de estos recursos. Por su aportación económica al valor productivo destaca la cría de ganado bovino en la región; menos rentable es la cría de ganado porcino, de aves y de caprinos. Todavía con un menor valor productivo se crían los ovinos y las colmenas (Secretaría de Desarrollo, 1987).

El principal uso de la fauna silvestre es el cinegético. En la zona de la reserva se practica la cacería del venado bura y de las palomas de ala blanca y de collar. Los rancheros cazan otras especies silvestres que depredan ocasionalmente a sus animales domésticos como son el coyote, gato montés, zorra, aguililla, tecolote y dos especies de gavilanes. Algunos otros animales se cazan con fines medicinales, tal es el caso del mapache, iguana y sapo, entre otros.

Avances en la conservación

Por último quisiéramos presentar los avances que se han logrado en la promoción y difusión de la Sierra de La Laguna para su reconocimiento como área protegida. Desde hace aproximadamente ocho años, el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) ha tenido el interés de estudiar y conservar la Sierra de La Laguna por el carácter único de sus recursos hidrológicos, vegetales y animales, como explicamos anteriormente.

La inquietud por promover legalmente la conservación de la Sierra de La Laguna en la Región del Cabo, se concretó a través de una propuesta formal presentada en fechas recientes, por la División de Biología Terrestre del CIB en donde se planteó la creación de una Reserva de la Biósfera en la Sierra de La Laguna (Ortega *et al.*, 1988). Dicha propuesta se sometió a la consideración de diferentes autoridades, entre las que destacaron el Gobierno del Estado y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

Asimismo se ha promovido en foros internacionales la importancia de conservar esta zona. Particularmente en la reunión que realizó el programa el Hombre y la Biósfera (MAB) de la UNESCO durante el 4o Congreso Mundial sobre Vida Silvestre, en donde se presentó la propuesta de crear una Reserva de la Biósfera en la Sierra de La Laguna (Ortega y Arriaga, 1988).

Con esta edición queremos presentar un panorama general sobre los diversos recursos que brinda una región ignota altamente importante y poco estudiada a nivel nacional, además de insistir en la necesidad de preservar la zona como una Reserva de la Biósfera. Esperamos que estos esfuerzos se consoliden prontamente en la obtención de un decreto federal que garantice la conservación y la protección legal de los recursos de la Sierra de La Laguna, así como la continuidad de los trabajos de investigación que estamos desarrollando en la zona.

Literatura citada

- Altamirano, J. 1972. Tectónica de la porción meridional de Baja California Sur. *Sociedad Geológica Mexicana. Memoria 2ª Convención Nacional*. México, D.F. México. p. 113-114.
- Axelrod, D.I. 1978. Evolution of the Madro Tertiary geoflora. *Botanical Review* 24: 433-509
- Banks, R.C. 1967. Birds and mammals of La Laguna, Baja California. *Transactions of the San Diego Society of Natural History* 14 (17): 205-232.
- Brandege, T.S. 1891. Flora of the Cape District of Baja California. *Proceedings of the California Academy of Sciences* Ser. 2 Vol. 3: 108-182.
- Brandege, T.S. 1892. A distribution of the flora of the Cape Region of Baja California. *Zoe* 3: 223-231.
- Brandege, T.S. 1903. Notes and new species of Lower California plants. *Zoe* 5: 155-177.
- Brewster, W. 1902. Birds of the Cape Region of Lower California. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 41: 1-241.
- Carter, A. 1955. Observaciones sobre los encinos de Baja California Sur. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 18: 19-42.
- Castro, J. 1975. *El Estado de Baja California Sur*. SEP-Setentas No. 213. México, D.F. México.

- Davis, J. 1959. The Sierra Madrean element of the avifauna of the Cape District, Baja California. *Condor* 61: 75-84.
- Eastwood, A. 1929. Studies in the flora of Lower California and adjacent islands. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. Ser. 4 Vol. 18: 393-484.
- Gaitán, J y E. Rosales. 1979. La Región del Cabo, Baja California Sur. Resumen de datos geológicos. *Panorama*, U.A.B.C.S. Baja California Sur. México. p. 14-18.
- Galina, P., S. Alvarez y G. Arnaud. 1987. La Mastofauna de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur, México. *Resúmenes I Simposio Internacional sobre Mastozoología Latinoamericana*. Quintana Roo. México.
- García, E. y P. Mosiño. 1968. Los climas de Baja California. *Memorias del Decenio Hidrológico Internacional*. Instituto de Geofísica, U.N.A.M. México, D.F. México.
- Huey, L.M. 1964. The mammals of Baja California, México. *Transactions of the San Diego Society of Natural History* 13(7): 85-168
- Jiménez, M.L. 1987. Sistemática de los Arácnidos (Orden Araneae) de la parte Este de la Sierra de La Laguna, B.C.S. México. *Resúmenes 22o Congreso Nacional de Entomología*. Chihuahua. México. p. 18-19.
- Johnston, I.M. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. *Proceedings of the California Academy of Sciences* Ser. 4 Vol. 12: 911-978.
- Leon Portilla, M. 1982. La antigua California prehispánica. *Memorias la Reunión sobre Información Histórica de Baja California Sur*. Baja California Sur. México. p. 3-15.
- López-Ramos, E. 1973. *Carta geológica del territorio de Baja California*. Instituto de Geología, U.N.A.M. México, D.F. México.
- Maderey, L. 1967. *Aguas subterráneas en México*. Instituto de Geografía, U.N.A.M. México, D.F. México.
- Maderey, L. 1975. La humedad y la vegetación en la península de Baja California. *Boletín del Instituto de Geografía*, U.N.A.M. 6: 73-85.
- Martínez, M. 1947. *Baja California. Reseña Histórica del Territorio y de su flora*. Ediciones Botas. México, D.F. México.
- Murphy, R.W. 1983. Paleobiogeography and genetic differentiation of the Baja California herpetofauna. *Occasional Paper. California Academy of Sciences* 137: 1-48.
- Ortega, A. y L. Arriaga. 1988. Biological and socioeconomic importance of the Sierra de La Laguna at Baja California Sur, México. *Proceedings of the 4th World Wilderness Congress*. Fulcrum Inc. Colorado, U.S.A.
- Ortega, A., L. Arriaga, J. L. León. E. Troyo, R. Coria, P. Galina, S. Alvarez, R. Rodríguez, A. Tejas, Y. Maya, L. Bojorquez, R. Servín, A. González y S. Morelos. 1988. *Programa Integral de Desarrollo de la Reserva de la Biósfera de Sierra de La Laguna, B.C.S.* Informe Técnico para SEDUE. Centro de Investigaciones Biológicas. Baja California Sur, México. 166 pp + anexos.
- Parra, H. 1985. Valor potencial de las especies forestales en el Estado de Baja California Sur, p. 1-12 In: *Uso y preservación de los recursos biológicos marinos y de zonas áridas*. Conferencia Internacional. J.L. Ochoa y J. Moreno-López (Eds.). Baja California Sur, México.
- Reygadas, F. y G. Velázquez. 1983. *El grupo Pericú de Baja California*. FONAPAS. Baja California Sur, México. 119 pp.
- Robles, S. 1985. *Estudio geográfico del Estado de Baja California Sur*. Programa Cultural de las Fronteras. Gobierno del Estado. Baja California Sur, México. 203 pp.
- Secretaría de Desarrollo. 1987. *Datos básicos de Baja California Sur*. Encuadernación Monterrey. Nuevo León, México. 144 pp.

- Shreve, F. 1937. The vegetation of the Cape Region of Baja California. *Madroño* 4: 105-113.
- Shreve, F. e I. Wiggins. 1964. *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*. 2 Vols. Stanford University Press. California, U.S.A. 1740 pp.
- Starker, L. 1977. *Fauna silvestre de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. México
- Vázquez, M. y J. Palacios-Vargas. 1987. Collembola de Baja California Sur, México. *Resúmenes del 22o Congreso Nacional de Entomología*. Chihuahua, México. p. 35-36.
- Villa Salas, A.B. 1968. *La vegetación forestal en el extremo meridional de Baja California*. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. Pub. No. 10. SFF, SAG. México, D.F. México. 20 pp.
- Wiggins, I. 1940. Yellow pines and other conifers observed in Lower California. *Journal of the New York Botanical Garden* 41: 267-269.
- Wiggins, I. 1960. The origins and relationships of the land flora. The biogeography of Baja California and adjacent seas. Part III. Terrestrial and fresh-water biotas. *Systematic Zoology* 9: 148-165
- Wiggins, I. 1980. *Flora of Baja California* Stanford University Press. California, U.S.A. 1025 pp.
- Woloszyn, B. y D. Woloszyn. 1982. *Los mamíferos de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur* CONACYT. D.F., México. 168 pp.

SECCIÓN I

EL AMBIENTE FÍSICO

CAPÍTULO 2

HISTORIA GEOLÓGICA Y PALEOECOLOGÍA

*Gustavo Padilla Arredondo, Sergio Pedrín Avilés
y Ernesto Díaz Rivera*

Resumen

Los eventos geológicos de levantamiento tectónico, migración y aislamiento peninsular fueron las causas de endemismos y especiación genética que actualmente presenta la Región de Los Cabos.

Durante el Cretácico, gran parte del territorio mexicano emergió del mar permitiendo el desplazamiento hacia el sur de especies boreales. La Región de Los Cabos se separó del continente en el Mioceno Medio dando origen a un centro de endemismo. Al finalizar esta época, la región se adhirió temporalmente a la Península hasta el Plioceno. Durante el Plioceno se limitó la inmigración de especies cuando la formación del Protogolfo de California estrechó la comunicación con Norteamérica y la región quedó aislada de nuevo acentuándose así las condiciones de endemismo. Durante el Pleistoceno la Región de Los Cabos se unió definitivamente a la Península la cual alcanzó su configuración actual. La historia geológica y ecológica de la Sierra de La Laguna ha dado origen a ecosistemas únicos en el país, debiendo ser un compromiso nacional el conservarlos.

Abstract

The tectonic uplift, peninsular drift and isolation, as geological events, have been the main causes of the genetic speciation and endemism developed at the Cape Region. During the Cretacic most of the mexican territories emerged from the sea allowing a southward displacement of boreal species. The Cape Region was separated from the mainland during the Middle Miocene allowing the establishment of an endemism center. By the end of the Miocene the Cape Region was temporally attached to the Península, until the Pliocene; concomitantly the immigration of species decreased because of the reduced communication established with North

America through the Pro-gulf formation. Subsequently, the Cape Region was again isolated favouring the development of endemic species.

During the Pliocene the Cape Region was definitively attached to the Península, which attained its present geographic configuration. The geological and ecological history of the Sierra de La Laguna yield unique ecosystems which need to be preserved.

Introducción

La Sierra de La Laguna o de La Victoria se puede considerar como una "isla" de vegetación contrastante con el entorno árido característico de la península de Baja California. Los cambios geológicos de la Región de Los Cabos, desde su origen hasta la actualidad han sido los factores determinantes de las condiciones climáticas, orográficas y biológicas de los propios ecosistemas que prevalecen en la zona. Como un resultado directo de los procesos geológicos, la región presenta características de endemismo y se le considera como un centro de evolución reciente.

La Sierra de La Laguna se encuentra ubicada en un área conocida geográficamente como Región de Los Cabos la cual incluye el Valle de La Paz, las islas Cerralvo y Espíritu Santo así como el extremo montañoso del sur. Esta Sierra presenta los rasgos orográficos más impresionantes de la región. La Sierra de La Laguna es una cadena montañosa alargada en dirección norte-sur con elevaciones desde los 800 hasta los 2,200 m., aproximadamente, tiene una longitud máxima de 70 km., y un ancho aproximado de 20 km. La cadena montañosa se encuentra ubicada entre los 23°30' latitud norte y los 110° longitud oeste (Fig. 1). La Sierra es muy escarpada casi por todos sus flancos excepto por la parte noroeste, en las cercanías de San Bartolo que a pesar de presentar elevaciones montañosas bajas, los valles que separan las masas rocosas tienden a ser profundos y culminan en planicies y remanentes erosionados de formaciones marinas (Hammond, 1954). Poco más al sur de la Sierra cambia la geomorfología, la masa montañosa se duplica en altura y divide el drenaje pluvial entre el Océano Pacífico y el Golfo de California. Desde aquí hasta la parte final de la cadena orográfica se constituye por un cinturón de 20 a 30 km de ancho, compuesto por una sucesión de cordones montañosos muy elevados en posición transversal al eje principal y eslabonados por otros cordones longitudinales menos prominentes. Bajo este patrón geomorfológico la Sierra se divide en dos partes: el flanco este que presenta cañones profundos los cuales descienden suavemente y la parte oeste que es prácticamente un paredón inclinado (Hammond, 1954).

Geología histórica y paleoecología

Era Mesozoica. Durante la revolución Nevadiana, hace 160 millones de años antes del presente (160 MAAP, Cuadro 1) se inició el evento térmico del Mesozoico, el cual consistió en una intrusión de rocas graníticas a lo largo de la costa occiden-

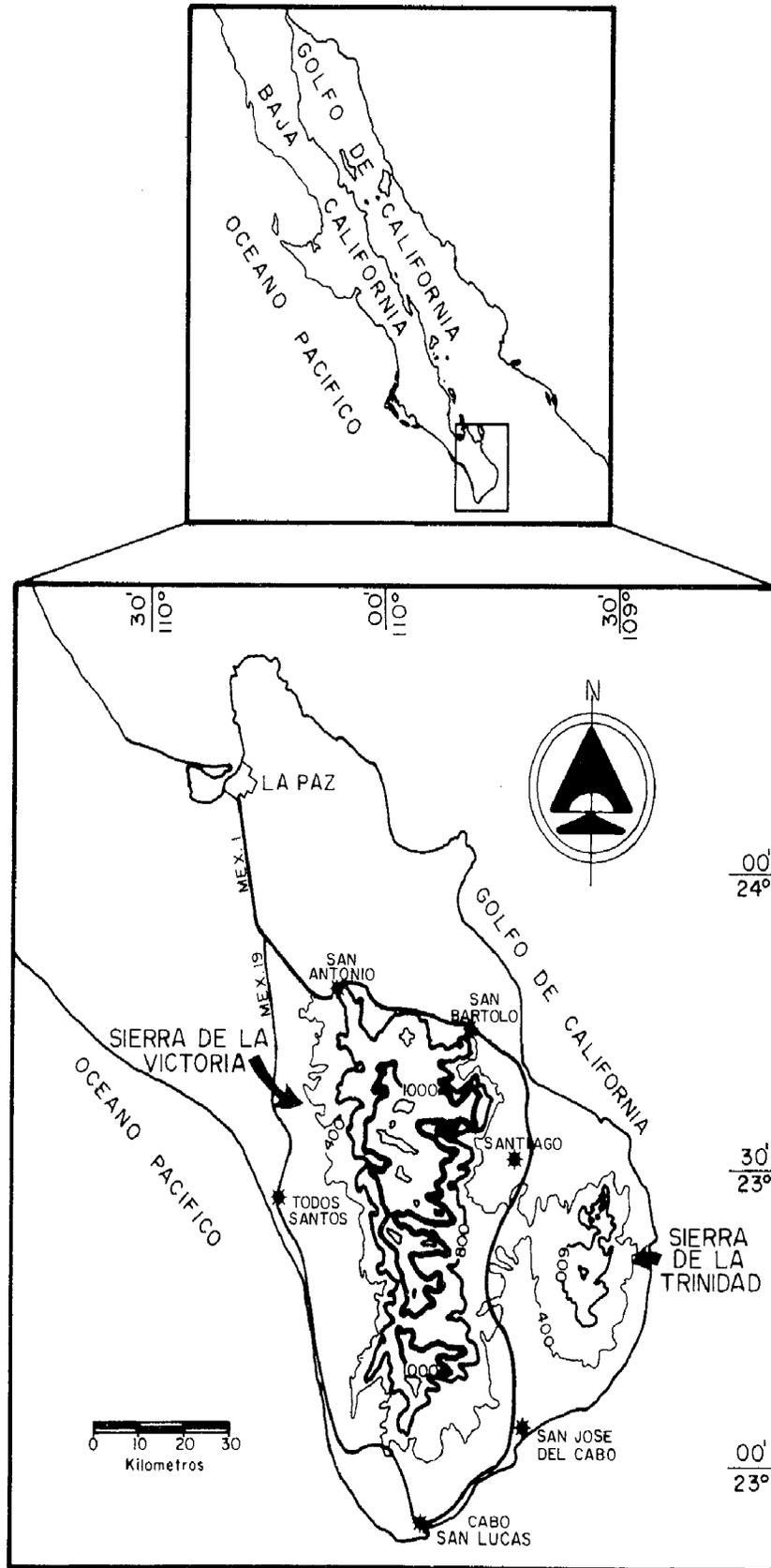


Figura 1. Localización del área de estudio.

tal del continente Americano. El piso del Océano Pacífico chocó contra la margen continental del oeste de América, la litósfera oceánica más delgada se hundió por debajo del mismo derritiéndose en el manto de la tierra. El material fundido, menos denso migró lentamente hacia la superficie permitiendo la cristalización de minerales característicos de los emplazamientos intrusivos. Este evento se presentó por lo menos en dos fases durante las épocas Cretácico Medio y Cretácico Superior (Mina, 1956; Seyphert y Sirkin, 1972; López Ramos, 1982), manifestándose el primero de ellos como una intrusión de sienitas y el último en forma de vetas o diques

Cuadro 1. Escala de tiempo geológico.

Era	Periodo	Época	* MAAP
C	Cuaternario	Holoceno	0.001
E		Pleistoceno	1.8
N			
O	Terciario	Plioceno	5
Z		Mioceno	26
O		Oligoceno	36.5
I		Eoceno	53.5
C		Paleoceno	65
O			
M	Cretácico	Cretácico S.	100
E		Cretácico I.	136
S	Jurásico	Jurásico S.	167
O		Jurásico M.	172
Z		Jurásico I.	192.5
O			
I	Triásico	Triásico S.	205
C		Triásico M.	215
O		Triásico I.	225

* MAAP millones de años antes del presente

(Hammond, 1954). En resumen, el emplazamiento originó un cinturón marginal montañoso a lo largo de la costa occidental de América levantando también la Región de Los Cabos, cuando la Península estaba adherida al macizo continental.

La Era Mesozoica, que comprendió las épocas Triásico, Jurásico y Cretácico, se caracterizó por una emersión generalizada que trajo consigo un cambio gradual en el clima a escala mundial al descender la temperatura por el incremento de elevaciones montañosas.

En el Cretácico Medio los eventos climáticos y orogénicos tuvieron mayor repercusión en la formación de la Sierra de La Laguna. Según Mina (1956), el mar del Cretácico Inferior cubrió a la actual península de Baja California y a finales del Cretácico Superior las montañas del sur emergieron y se mantuvieron así hasta el Plioceno (4 a 5 MAAP). Rzedowsky (1978) indica que gran parte del territorio mexicano emergió definitivamente del mar durante el Cretácico Tardío estableciéndose así un contacto permanente con la América Boreal. Este evento geológico determinó la semejanza florística actual con aquella del norte de América.

Durante la Era Mesozoica la Península no existía como tal y no existen registros fósiles que permitan conocer sobre los paleoambientes asociados a su formación, sin embargo, en el resto del planeta sucedieron eventos que están ligados a las características geológicas y ecológicas de la Sierra de La Laguna. Se pueden señalar entre los más importantes el aumento generalizado de la formación de montañas y el efecto de "continentalización" propiciado por el decremento de la influencia marina, de este modo la humedad aumentó notoriamente favoreciendo así a la vegetación de alta montaña (Fairbridge, 1975). El efecto de continentalización coincide con los hallazgos de Rueda Gaxiola (1976, citado en Rzedowsky, 1978), de los registros fósiles de coníferas en el Cretácico Superior del Estado de Coahuila, de cuyo estudio se concluye que estos organismos jugaban un papel más importante en el Cretácico que en la actualidad, donde prevalece la aridez. Otro hecho importante es el éxito evolutivo de las plantas con flores o angiospermas, las cuales tuvieron un desarrollo explosivo a finales del Cretácico hasta llegar a formar el 95% de las plantas vasculares con la consecuente influencia en la vegetación moderna.

Era Cenozoica (Periodos Terciario y Cuaternario). Esta Era se caracterizó por una readaptación general (Fairbridge 1975), después de las grandes extinciones del Cretácico y la expansión de las angiospermas.

Durante el Paleoceno y el Eoceno (65 a 37.5 MAAP), la península de Baja California estaba aún adherida al macizo continental y tenía solo algunas partes emergidas, las cuales permanecieron así desde el Cretácico: la península de Vizcaíno, las regiones de Santa Rosalía, Loreto y de Los Cabos (Durham y Allison, 1960). Las áreas montañosas de las "islas peninsulares" fueron erosionadas participando como la fuente de suministro de sedimentos a las cuencas marinas del Paleoceno y Eoceno (Formaciones Malarrimo y Santo Domingo del Paleoceno; Tepetate y Bateque del Eoceno), de modo tal que se tiene un registro fósil escaso para las reconstrucciones paleoambientales. Aunado a este hecho, la emersión generalizada de la Península durante el Oligoceno expuso a la erosión a las

formaciones depositadas durante este tiempo, perdiéndose toda la acumulación sedimentaria de periodo. Sin embargo, se puede generalizar que gran parte de la composición de la flora y fauna debió haber sido determinada por la emersión generalizada del territorio mexicano, que conectó en forma permanente a la biota con la América Boreal.

Durante el Mioceno Temprano casi toda la Península quedó sumergida de nuevo por un mar transgresivo a excepción de las tres regiones batolíticas: La Sierra de San Pedro Mártir, la península de Vizcaino y la Región de Los Cabos (Mina, 1956; Durham y Allison, 1960; Murphy, 1983). Esta última región se en-

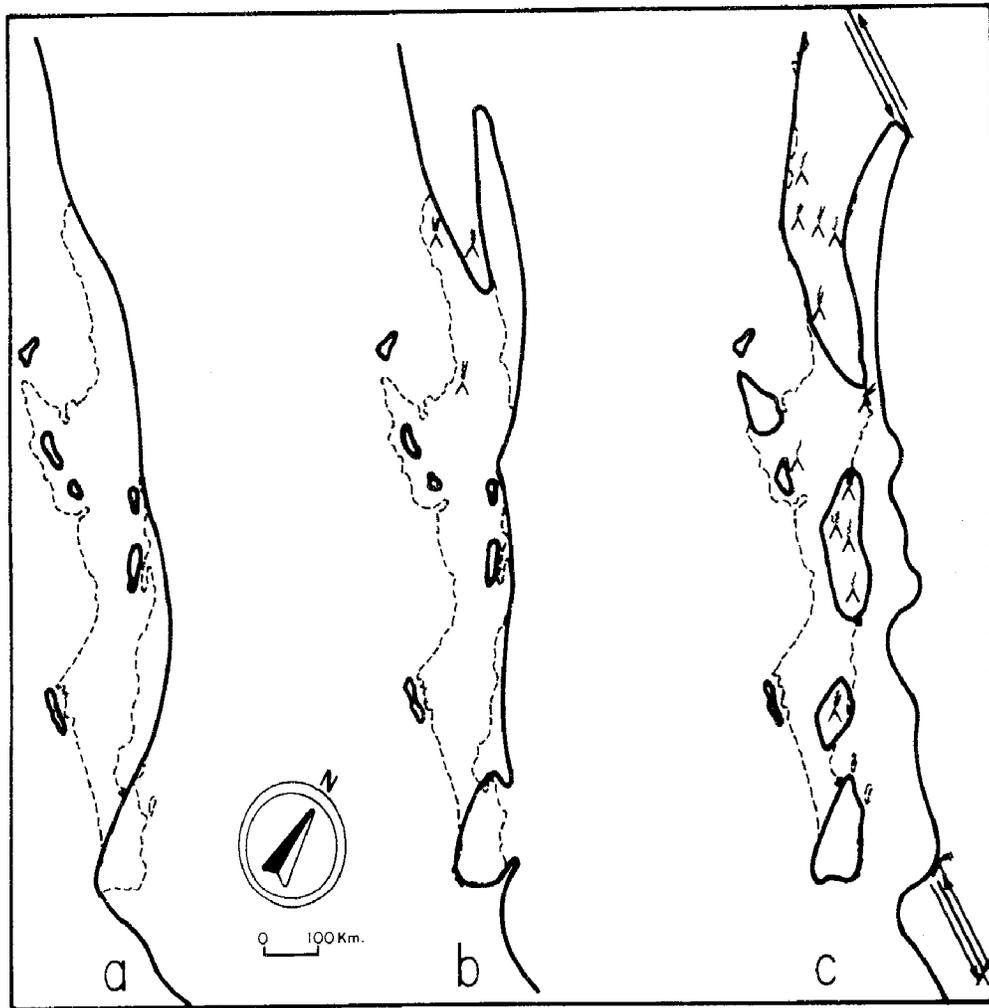


Figura 2. a). La Península permaneció sumergida por un mar transgresivo durante el Mioceno Temprano (26 MAAP). b). Se inició la ruptura que dio origen al Protogolfo de California en el Mioceno Medio (15 MAAP) y se inició el levantamiento orogénico en la Región de Los Cabos. c). Con el incremento general de la actividad tectónica, casi al terminar el Mioceno Medio, la Región de Los Cabos fue separada del macizo continental y las porciones emergidas incrementaron sus áreas.

contraba aún unida al macizo continental y permaneció así hasta los 15 MAAP (Murphy, 1983; Fig. 2). En el Mioceno Medio (14 MAAP) se inició una gran fractura de desplazamiento horizontal conocida como Falla de San Andrés, la cual se extiende actualmente a lo largo del Golfo de California actual, dando inicio a una gran actividad volcánica de aumento gradual, a la formación del Protogolfo de California y a la separación de la Región de Los Cabos del Eje Neovolcánico en el macizo continental. Al finalizar el Mioceno Medio (10 MAAP) se incrementaron los levantamientos orogénicos haciendo crecer las regiones continentales y casi finalizando el Mioceno (7 MAAP), la Región de los Cabos quedó temporalmente incorporada al resto de la Península (Murphy, 1983; Fig. 2).

En los albores del Mioceno, cuando la Región de Los Cabos estaba unida al macizo continental, se mantuvo la declinación de la temperatura y el incremento de la aridez iniciada en tiempos Oligocénicos (Durham y Allison, 1960). Savage (1960) menciona que en esta época se dieron los cambios mayores en la vegetación cuando la geoflora madro-terciaria incrementó su dominancia favorecida por el incremento de la aridez. Sin embargo, en la Península prevaleció la vegetación subtropical mientras ésta estuvo adherida al macizo continental. Las regiones montañosas fueron dominadas por bosques adaptados a los climas secos, los cuales se extendieron sin interrupción a lo largo del norte de México y los hábitats de pino-encino fueron confinados a las montañas más bajas (Axerold, 1975; citado en Murphy, 1983). A finales del Mioceno la geoflora madro-terciaria llegó a ser dominante en la Península y los ambientes subtropicales fueron probablemente restringidos hacia la porción sur (Savage, 1960), aunque se generaliza que la Región de Los Cabos soportó una mezcla de geofloras del Terciario (Murphy 1983). La separación de la Región de Los Cabos del macizo continental constituyó un evento geológico de singular importancia en el desarrollo del endemismo y el inicio de un centro de radiación adaptativa.

La época Pliocénica (5 MAAP) se caracterizó por haber reiniciado un incremento en la actividad de la tectónica de placas asociada a la península de tal manera que gran parte de la paleogeografía fue modificada en forma sustancial. Como consecuencia de tales cambios hubo modificaciones en el clima y ambiente regional. Durante esta época se reinició la separación de la península de Baja California desplazándose desde la posición que actualmente ocupan las Islas Marias hasta su colocación actual (Murphy 1983). La parte central de la Península de Vizcaíno permaneció aislada mientras que la Región de Los Cabos fue separada de nuevo. El Protogolfo quedó completo restringiéndose casi totalmente la comunicación con Norteamérica, cerca de la desembocadura actual del Río Colorado (Fig. 3).

Las evidencias geológicas indican que la península de Baja California no ha cambiado sus líneas de costa sustancialmente desde el Plioceno Tardío (Durham y Allison, 1960). Los efectos combinados del decaimiento de la temperatura y el incremento de la aridez, aunado a la elevación de montañas, confinaron hacia el sur a algunos elementos de la geoflora madro-terciaria (arbustos espinosos principalmente) y las mezclas de encino, especies leñosas en general y chaparral, se expandieron bajando a lo largo de la Península (Savage, 1960). Los complejos de arbustos espinosos persistieron en la Región de Los Cabos en las partes más bajas

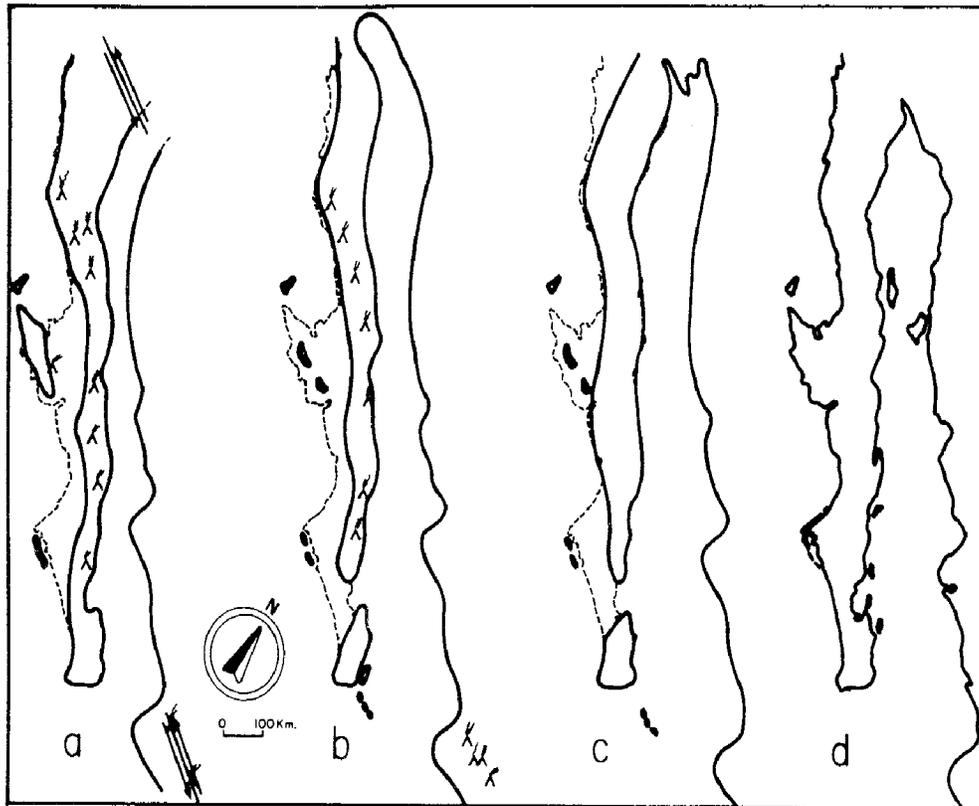


Figura 3. a). Debido al incremento de los levantamientos orogénicos al finalizar el Mioceno Medio, la Región de Los Cabos quedó temporalmente adherida a la Península (7 MA-AP). b,c). Durante el Plioceno, (5 MAPP) se separó de nuevo la Región de Los Cabos y el Protogolfo restringió la comunicación con Norteamérica. d). La Región de Los Cabos se incorporó definitivamente a la Península durante el Pleistoceno (1.8 MAAP), durante esta época la Península alcanzó su configuración actual.

de mayor temperatura y precipitación pluvial. En general, los encinares y las comunidades de chaparral de la geoflora madro-terciaria dominaron como un cinturón floral continuo, desde el norte a través de la parte central de la Península hasta las partes altas de la Región de Los Cabos. Prácticamente al finalizar el Plioceno la estructura florística moderna se caracterizó en la península de Baja California (Savage, 1960).

El periodo Cuaternario se identifica por comprender fluctuaciones climáticas de gran escala bien definidas, la última de las cuales aún continúa vigente. Estos cambios climáticos están representados por una oscilación que varía desde frío húmedo hasta calor seco, constituyendo así un periodo glacial. La expansión de los glaciares continentales, que durante la época Pleistocénica cubrieron casi un tercio de la superficie terrestre, fue uno de los efectos más espectaculares de las alteraciones climáticas del Cuaternario. Durante el Pleistoceno ocurrieron cuatro glaciaciones separadas por tres edades interglaciares. La acumulación de hielo sobre los continentes durante la glaciación provocaron un descenso en el nivel del

mar, mientras que la fusión del hielo y la nieve provocó el efecto contrario durante los interglaciares. Se asume en general que los periodos interglaciares están relacionados con un incremento en las condiciones desérticas y un aumento de la humedad durante las glaciaciones (Durham y Allison, 1960; Orr, 1960; Fairbridge, 1975).

La geografía del Golfo de California sufrió cambios ligeros durante esta época. Los eventos orogénicos, como resultado de las interacciones de las placas Pacífico y Americana, causaron nuevos levantamientos de las cordilleras peninsulares y la Región de Los Cabos quedó permanentemente conectada al resto de la Península. Fue hasta entonces cuando Baja California adquirió sus características geográficas y fisiográficas actuales.

En la Península fue dominante el clima mediterráneo durante los periodos glaciares y permitió que las coníferas se introdujeran dentro de los desiertos hasta los 700 m. de elevación (Murphy, 1983). Con el retroceso del Golfo de California y el ensanchamiento de la región en la desembocadura del Río Colorado se inició una inmigración de especies no peninsulares. Este ensanchamiento fue la culminación de una barrera hipotética denominada Barrera de San Gorgonio la cual mantuvo aislada a la Península con el resto de América durante el Plioceno (Murphy, 1983).

El Holoceno (10,000 años antes del presente) se caracterizó por el deshielo glacial causado por el incremento de la temperatura, propiciando el ascenso del nivel del mar hasta magnitudes mayores de 100 m.

El Holoceno no ha sido estudiado con detalle en la Sierra de La Laguna y se desconoce en la actualidad su repercusión en la evolución fisiográfica y paleoecológica.

Conclusiones

La historia geológica de levantamientos tectónicos, efectos glaciares, migración y aislamiento peninsular tuvieron una gran repercusión en las características de endemismo y especiación genética reciente que acusa la región.

Se pueden señalar a grandes rasgos los sucesos más importantes que dieron origen a las condiciones del medio en la Región de Los Cabos: *a)* El levantamiento del territorio mexicano que conectó a la flora boreal durante el Cretácico Tardío, definiéndose así la comunidad florística de la geoflora madro-terciaria causando el desplazamiento de los bosques hacia el sur y confinándose a las regiones altas. *b)* La separación de la Región de Los Cabos del macizo continental, generando subpoblaciones aisladas durante el Mioceno que posteriormente se comunicaron con el resto del archipiélago de islas, generándose así lo que sería el inicio de las condiciones para la creación de un centro evolutivo reciente. *c)* La formación de una barrera hipotética conocida como Barrera de San Gorgonio, que acentuó las condiciones de aislamiento de la Península cuando el Protogolfo estrechó la comunicación con Norteamérica. Aunado a esto, la Región de Los Cabos se aisló de nuevo del resto de la cordillera peninsular acusando las condiciones de endemismo. *d)* La incorporación final de la Región de Los Cabos a la Península y la comunicación definitiva de la misma con Norteamérica que permitió la inmigración de especies.

La Sierra de La Laguna ofrece un ejemplo palpable de la readaptación de las especies a nuevos ambientes y ofrece la oportunidad de profundizar en los estudios de los procesos evolutivos de las estructuras poblacionales actuales. Melville (1979) indicó que en el consenso mundial existen zonas ecológicamente aisladas en las cuales las condiciones de la flora y la fauna varían desde la destrucción total, hasta un estado casi virgen y existen muy pocas e inadecuadas reservas naturales que contrarresten el aumento gradual de la presión debida a la actividad humana.

La Sierra de La Laguna se encuentra en un estado casi virgen y es un compromiso nacional el mantener sus ecosistemas únicos en el país. Tomando en cuenta las características señaladas anteriormente la Sierra de La Laguna merece estar incluida dentro de las Reservas Nacionales de la Biósfera.

Literatura citada

- Durham, J. W. y Allison, E. C. 1960. The geologic history of Baja California and its marine faunas. *Systematic Zoology*. 9: 47-91
- Fairbridge, R. W. 1982. Historia del clima de La Tierra, p. 233-250 In: *El Redescubrimiento de La Tierra*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (ED). México.
- Hammond, E. H. 1954. A geomorphic study of the Cape Region of Baja California. *Univ. California publ.* 10: 45-112.
- López-Ramos, E. 1982. *Geología de México*. Tomo III, tercera edición. 454 pp.
- Mina, U. F. 1956. Bosquejo geológico de la parte sur de la Península de Baja California, p. 11-80. In: *Congreso geológico internacional A-7*, Maldonado Koerdell (Ed).
- Melville, R. W. 1979. The origins and evolutions of islands floras as exemplified by the Aegean Archipelago, p. 69-85. In: *Plants and islands*. Brammwell (Ed). Academic press.
- Murphy, R.W. 1983. Paleobiogeography and genetic differentiation of the Baja California herpetofauna. *Occasional papers of the California Academic of Sciences* 137: 48 pp.
- Orr, R.T. 1960. An analysis of the recent land mammals. *Systematic Zoology*, 9: p. 171-179.
- Rzedowski, J.M. 1978. *Vegetation de México*. Editorial Limusa. 431 pp.
- Savage, J.M. 1960. Evolution of a peninsular herpetofauna. *Systematic Zoology*, p. 184-212.
- Seyfert, C.K. y Sirkin, L.A. 1972. *Earth history and plante tectonics. An introduction to historical geology*. Harper & Row 660 pp.

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS E HIDROLÓGICAS

Phillip D. Guertin, Peter F. Ffolliott y Martín M. Fogel

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio fisiográfico e hidrológico de la Región del Cabo, haciendo especial referencia a la Sierra de La Laguna, la cual se propone como una nueva Reserva de la Biósfera. Desde el punto de vista fisiográfico esta región, localizada en el extremo meridional de la península de Baja California en México, está constituida por cuatro geformas principales: cordilleras montañosas, colinas, mesas y llanos que en conjunto comprenden un área de 19,000 km².

Se mencionan las principales características hidrológicas para esta región. Se describen los regímenes de temperatura y precipitación y se discute su relación con los escurrimientos superficiales provenientes de la Sierra de La Laguna y con su almacenamiento en el subsuelo. Las características de los sedimentos y de calidad del agua se discuten, y en la última sección se analizan los impactos de diferentes prácticas de manejo del suelo.

Abstract

In this work a physiographic and hydrologic study of the Cape Region is presented making special reference to the Sierra de La Laguna, which is proposed as a new Biosphere Reserve. From a physiographic viewpoint this region, located at the meridional tip of the península of Baja California, in Mexico, is constituted by four major landforms: mountains, hills, plateaus, and flatlands which cover 19,000 km² in total.

The major hydrologic features of the region are mentioned. Temperature and precipitation regimes are described, and are related with the surface runoffs and groundwater resources which originate at the Sierra de La Laguna. Sediment and

water quality characteristics are also mentioned, and a last section considers the impacts of land management practices.

Fisiografía

Desde un punto de vista fisiográfico, la Región del Cabo en Baja California Sur representa una de las zonas más interesantes de Norte América. Ubicada en la porción meridional de la península de Baja California, la Región del Cabo incluye todo el territorio localizado hacia el sur y el suroeste de La Paz atravesando el Trópico de Cáncer. Con una dimensión de poco más de 19,000 km², la Región del Cabo representa cuatro geofomas principales que son cordilleras montañosas, colinas, mesas y llanos.

La geofoma dominante y característica es la cordillera montañosa. Esta área se localiza cerca del centro de la Región del Cabo, al sureste de La Paz, y presenta tres macizos montañosos dispuestos en: Sierra de San Lázaro, Sierra La Gata y Sierra de La Laguna. Actualmente la Sierra de La Laguna está estudiándose para ser considerada como una Reserva de la Biósfera, dentro del sistema de reservas de la biósfera que maneja la UNESCO en el programa el Hombre y la Biósfera (MAB).

Las montañas de la Región del Cabo se caracterizan por presentar pendientes muy pronunciadas, con valles muy profundos y estrechos, con formaciones de rocas escarpadas y expuestas. A partir de aproximadamente 600 m., de altitud se levanta abruptamente la montaña, extendiéndose los picos más altos desde los 1,500 a los 2,000 m. La Laguna, en la cordillera de la Sierra de La Laguna, es la montaña más alta en la Región del Cabo alcanzando 2,090 m. aproximadamente.

También existen tres montañas bajas muy conspicuas dispuestas en: Sierra Las Cruces, al este de La Paz; Sierra El Novillo, al suroeste de La Paz; y Sierra Santa Clara, al noroeste de San José del Cabo.

La región principal en donde se ubican las colinas, localizada en la vertiente occidental del macizo montañoso central, empieza a 600 m. de altitud aproximadamente sobre la base de las montañas y declina suavemente hacia el Océano Pacífico. El área está caracterizada por pequeños grupos de colinas, que se levantan alrededor de 30 a 50 m. por encima del llano, y por canales de arroyos que disectan a estas formas que varían entre 1 y 30 m. de profundidad. Algunos canales de los arroyos se entrelazan en secciones aluviales alcanzando anchuras máximas de más de 1 km. (Hammond, 1954).

La región de las mesas está localizada entre el macizo montañoso central, en el oeste, y las montañas de la Sierra de Santa Clara, en el este. La zona declina suavemente hacia abajo desde la base de las montañas hacia los Valles de San José y del Río Santiago. En general, las mesetas no se encuentran disectadas por canales de arroyos como sucede en la región de las colinas. En estas zonas son muy comunes los depósitos aluviales, tales como terrazas y abanicos (Hammond, 1954).

Los llanos son casi en su totalidad tierras aluviales ubicadas alrededor de los principales valles de los ríos en la Región del Cabo. La zona de llanuras incluye a los valles de La Paz, del Río Salina, del Río Santiago, al valle del Río San José y

al del Río San Lucas. Estas áreas están caracterizadas por anchas planicies de inundación y por terrazas aluviales. En la Región del Cabo, los llanos se utilizan como zonas agrícolas primordialmente. Una característica importante es que las zonas de pendiente suave son las principales áreas de recarga de los acuíferos y como tales, son de importancia crítica para la producción agrícola de la región.

Geología

La geología superficial del macizo montañoso y parte de la región de las colinas está formada principalmente por rocas intrusivas masivas, y básicamente por granitos y sienitas. Estos materiales rocosos son probablemente parte de un batolito del Cretácico Superior o de la Era del Cretácico Inferior, los cuales subyacen en gran parte de la península de Baja California (Hammond, 1954). Las rocas son de grano grueso y fuertemente consolidadas. Las intrusiones tardías, probablemente del Cretácico o de la Era Terciaria temprana, aparecen como venas de grano fino en los granitos. Los suelos superficiales son predominantemente regosoles de textura gruesa con una alta saturación de bases. Los fluvisoles se encuentran en el lecho de los arroyos.

En la región de las colinas de la vertiente occidental del macizo montañoso central, la mayor parte de la superficie geológica está constituida por areniscas del Mioceno. La superficie geológica en la región de las mesas está constituida por conglomerados, areniscas y esquistos compuestos de arena de granito y piedras, incluidos en una matriz calcárea formada durante mediados del Plioceno (Hammond, 1954). En ambas regiones, las áreas se encuentran cubiertas, comúnmente, por depósitos aluviales muy extensos. Los suelos superficiales de ambas regiones son regosoles de textura gruesa con una alta saturación de bases. También son comunes los litosoles y los cambisoles en ambas regiones.

Los llanos están constituidos de material aluvial de la Era Cuaternaria. Gran parte del aluvión está hecho de arenas estratificadas y de gravas. En las áreas más planas, es muy común encontrar arenas muy finas y limos, los cuales constituyen los mejores suelos para uso agrícola de la Región del Cabo. Los suelos superficiales son regosoles de textura gruesa con una alta saturación de bases. Sin embargo, el valle del Río San José tiene un alto porcentaje de litosoles, y el valle de La Paz y el valle del Río Salina representa un alto porcentaje de yermosoles con un mínimo desarrollo de horizontes. También se encuentran suelos con contactos líticos en la Región del Cabo.

Hidrología

Esta sección del capítulo describe brevemente las características hidrológicas de la Región del Cabo de Baja California Sur, y más particularmente del área de la Sierra de La Laguna. Primero se hace una descripción general sobre los regímenes de temperatura y precipitación, y después se menciona cómo se generan los es-

currimientos superficiales resultado de la precipitación, o bien cómo se almacenan estos recursos en forma subterránea. También se mencionan algunas características sobre el sedimento y la calidad del agua.

Temperatura. En la Región del Cabo, la temperatura media anual oscila desde los 24°C en la costa, hasta los 14°C en las zonas montañosas de mayor elevación. Los cambios más drásticos en la temperatura se presentan en las montañas en donde la temperatura promedio anual es de 22°C, en la base de las montañas, y alrededor de los 14°C, en las cimas. La temperatura máxima promedio mensual es de alrededor de 29°C en la costa, y de 18°C aproximadamente a mayores altitudes. La temperatura mínima promedio mensual es de 18°C en la costa, y de 9°C en las zonas más altas.

Precipitación. La precipitación promedio anual en la Región del Cabo oscila entre 200 mm en la costa, hasta por encima de los 600 mm en las zonas altas. Aproximadamente del 70 al 80% de la precipitación cae durante el periodo de tormentas tropicales de verano, entre julio y octubre, siendo los meses de agosto y septiembre los que reciben la mayor cantidad de precipitación (Pike, 1972). Los cambios más dramáticos se presentan sobre el macizo montañoso central, en donde la precipitación promedio anual es de 400 mm en la base de las montañas y sobrepasa los 600 mm cerca de las cimas.

Escurrimientos superficiales. Los principales ríos de la Región del Cabo están clasificados como intermitentes, esto es, los escurrimientos superficiales se presentan menos del 50% del tiempo y generalmente durante la estación húmeda. Los arroyos más pequeños, que se forman como resultado de los escurrimientos superficiales únicamente cuando ocurren eventos de precipitación muy extremos, se clasifican como efímeros. Todos los ríos principales en la Región del Cabo se originan en el macizo montañoso central, que recibe las mayores cantidades de agua de lluvia. El promedio anual de escurrimientos superficiales que provienen de las montañas se ha estimado de 20 a 30 mm aproximadamente, para elevaciones que se encuentran por encima de los 1,000 m; y de 10 mm para altitudes entre los 400 y los 1,000 m. Los escurrimientos superficiales del resto de la Región del Cabo, son menores a los 10 mm por año.

La región montañoso de la Sierra de La Laguna es una de las fuentes principales de escurrimientos superficiales en la Región del Cabo. Una gran porción del área de la Sierra de La Laguna, que se considera como parte de la Reserva de la Biósfera, forma parte de la cuenca del Río Santiago. La Reserva de la Biósfera también incluye parcialmente las cuencas del Río Playita y del Río Pescadero en la vertiente occidental, y comprende la cuenca del Río Ciénega en la vertiente oriental.

Aunque no se tienen registros sobre los escurrimientos superficiales parece ser que los flujos superficiales con "grandes volúmenes" ocurren periódicamente en la Región del Cabo. La evidencia de que estos eventos hidrológicos extremos suceden en la región, se presenta por la gran cantidad de depósitos aluviales que se encuentran en los grandes lechos de los ríos.

Sedimento y calidad del agua. Es común que la gran mayoría de las zonas áridas y semiáridas presenten tasas de erosión natural relativamente altas, tal es el caso de la Región del Cabo (Branson *et al.*, 1972). En esta región, a su vez se encuentran grandes depósitos aluviales que indican asimismo, la incidencia de tasas de erosión relativamente altas. Estas altas tasas de erosión se atribuyen en gran parte, a la gran intensidad de las tormentas de lluvia de verano que caen sobre la cobertura vegetal relativamente espaciada que cubre la región, lo que puede resultar en un flujo significativo de volúmenes de tierra. La perturbación o la remoción de la cobertura vegetal, como puede suceder en el caso de una práctica excesiva de pastoreo, acelera las tasas de erosión y la sedimentación río abajo.

Es probable que el sedimento sea uno de los parámetros más importantes que determinan la calidad del agua de la región. Consecuentemente, se deben considerar medidas de control de la erosión para el manejo en el uso de la tierra en la Región del Cabo.

Debido a que los suelos de la Región del Cabo presentan una alta saturación de bases, el agua superficial que fluye sobre el relieve puede tener unas concentraciones relativamente altas de cationes químicos, tales como calcio y sodio. Potencialmente se pueden presentar problemas de irrigación en el momento en que, por cualquier razón, se vuelvan excesivas estas concentraciones de cationes químicos.

Los nutrientes tales como el nitrógeno y fósforo, o bien contaminantes biológicos, no representan un problema sobre la calidad del agua de la Región del Cabo; a menos que el ganado se concentre sobre los canales de los arroyos.

Recursos de aguas subterráneas. En la mayoría de los ambientes áridos y semiáridos, el manejo del agua subterránea se concentra generalmente en los valles de los ríos y en zonas aledañas, en donde se encuentran depósitos aluviales no consolidados (Anderson, 1986). Esta situación generalmente es el caso de la Región del Cabo, en donde la mayoría de la exploración y desarrollo del agua subterránea está confinada a cinco valles de los principales ríos.

El agua subterránea está cerca de la superficie terrestre generalmente entre 1 y 50 m en los valles de los ríos de la Región del Cabo; en comparación con las montañas, en donde la mesa de agua subterránea regional puede encontrarse a cientos de metros de profundidad. También resulta más fácil instalar pozos en los depósitos aluviales no consolidados, que sobre el material geológico consolidado de las montañas.

Los canales fluviales que se originan en las montañas de la Sierra de La Laguna son las zonas de recarga de los mantos acuíferos primarios para la Región del Cabo. Los escurrimientos superficiales de las zonas altas de precipitación en las montañas, se concentran en canales fluviales y se infiltran hacia el fondo de los ríos, recargando de esta manera el acuífero subterráneo regional. Desafortunadamente, se desconoce la magnitud de esta recarga y su estimación no puede ser muy precisa. A pesar de ello, la importancia hidrológica de las montañas altas como sistema de suministro de agua subterránea para Baja California Sur, no se puede negar. La recarga directa del acuífero subterráneo por agua superficial de las montañas de la Sierra de La Laguna es crucial para el progreso de la región.

Impacto de las prácticas de manejo de la tierra

Es necesario plantear dos preguntas al considerar los impactos potenciales que se pueden producir en el manejo de la tierra como resultado de designar a la Sierra de La Laguna, como una Reserva de la Biósfera. La primera sería ¿Cuál será el efecto en las tasas de erosión y de sedimentación? Y la segunda pregunta ¿Cómo se afectará el escurrimiento superficial de alta calidad que se origina en las montañas, el cuál es importante para la recarga de agua subterránea?

El hecho de designar a las montañas de la Sierra de La Laguna como una Reserva de la Biósfera, seguramente mejorará la cobertura vegetal de la región. En algunos casos, tales como en la Zona Núcleo de la reserva, se deberá de restringir el pastoreo por ganado. Este cambio en el manejo del ganado mejorará la cubierta vegetal protegiendo el suelo de la erosión, y se tenderá a disminuir potencialmente la sedimentación arroyo abajo. En el peor de los casos, las tasas de sedimentación permanecerán a los niveles que se tienen actualmente.

Para ilustrar la relación básica que existe entre el pastoreo por ganado sobre la cobertura vegetal y las tasas de sedimentación subsecuentes, uno puede evaluar los resultados que se han obtenido a partir de los estudios hidrológicos realizados en la Reserva de la Biósfera de Beaver Creek, localizada al suroeste de los Estados Unidos (Brown *et al.*, 1974) y de los estudios hidrológicos efectuados en otros ambientes áridos y semiáridos del mundo (Ffolliott y Brooks, 1987). El análisis general de estos resultados, muestra que la utilización apropiada de la cobertura vegetal por el ganado no incrementa significativamente las tasas de erosión y la acumulación de sedimentos.

Un cambio drástico en detrimento de la composición florística y la estructura de la vegetación seguramente impactaría desfavorablemente el volumen de los escurrimientos superficiales que se obtienen de la Sierra de La Laguna, zona importante en la recarga del agua subterránea regional. Afortunadamente, la Reserva de la Biósfera propuesta no cambiará la composición ni la estructura de la vegetación. Al contrario, uno de los propósitos de la designación de esta área como reserva es la de proteger el ecosistema. Consecuentemente, los regímenes de escurrimientos superficiales de las cuencas que se encuentran dentro de la Reserva de la Biósfera no se verán afectados y, probablemente, permanecerán a los niveles actuales.

Es importante hacer notar también que la Reserva de la Biósfera propuesta no es parte de las principales cuencas de la Región del Cabo, tales como el Valle de La Paz, el Río San José y el Río San Lucas. Más aún, la designación de la Reserva de la Biósfera no deberá de impactar los escurrimientos superficiales y la recarga del agua subterránea en estas cuencas.

Literatura citada

- Anderson, T. W. 1986. Study in southern and central Arizona and parts of adjacent states. *In: Regional Aquifer-System Analysis Program*. U.S. Geological Survey Circular 1002, pp. 116-131.

- Branson, F. A., G. F. Gifford y J. R. Owen. 1972. *Rangeland Hydrology*. Society of Range Management. Range Science Series No. 1, 84 pp.
- Brown, H. E., M. B. Baker, Jr., J. J. Rogers, W. P. Clary, J. L. Kovner, F. R. Larson, C. C. Avery y R. E. Campbell. 1974. *Opportunities for increasing water yields and other multiple use values on ponderosa pine forest lands*. USDA Forest Service, Reserch Paper RM-129, 36 pp.
- Ffolliott, P. F. y K. N. Brooks. 1987. Forest hydrology and watershed management in the world. Workshop on Forest Hidrology in China. Harbin City, Heilongjiang, the People's Republic of China, August 18-23, 1987, 47 pp.
- Hammond, E. H. 1954. A Geomorphic Study of the Cape Region of Baja California. *University of California Publications in Geography* 10(2): 45-112.
- Pyke, C. B. 1972. *Some Meteorological Aspects of the Seasonal Distribution of Precipitation in the Western United States and Baja California*. University of California Water Resources Center Contribution No. 139, 205 pp.

CAPÍTULO 4

CLIMATOLOGÍA

Rocío Coria Benet

Resumen

El clima en la parte sur de la península de Baja California presenta muchas variantes por su especial configuración, y por su posición con respecto al resto de la República Mexicana. Aunado a lo anterior está el factor topográfico, ya que el relieve de la Península consiste en cadenas montañosas que se suceden unas a otras en dirección meridional, recorriéndola en toda su longitud, conservándose siempre muy próximas al litoral del Golfo de California.

Estas condiciones se reflejan claramente en factores tales como la temperatura media anual y la precipitación total anual, que de hecho son los elementos que determinan los diferentes tipos climáticos.

En la zona propuesta como Reserva de la Biósfera se presentan condiciones climáticas diferentes, encontrándose climas cálidos, semicálidos y templados, sólo que debido a la escasa precipitación quedan ubicados dentro de los climas secos áridos BS, a excepción de la parte más alta en la propuesta Zona Núcleo (La Laguna) que es la única que recibe una cantidad considerable de precipitación, dada su ubicación en la Región del Cabo, y de hecho es la estación con más alto registro de precipitación en el Estado de Baja California Sur.

Abstract

Climate in the south portion of the península of Baja California exhibits several variants within a general pattern due to its shape (or configuration) and location related to mainland. Topography is also an important factor since a series of continuous mountain ranges supercede in a meridional direction, stretching along the Península, close to the coast of the Gulf of California.

These conditions are clearly reflected in factors such as mean annual tempe-

perature and total rainfall, the two main components that determine climate type.

In the area proposed as a Biosphere Reserve several climatic conditions are present. Warm and cool areas are well defined, but, because of the deficit of precipitation, they are classified as dry climates BS, except for the high parts of the Core Area (called La Laguna) which is the only one that receives a significant amount of rainfall since it is located at the highest elevation of the Cape Region; indeed, this region holds the greatest amount of rainfall recorded for the whole state of Baja California Sur.

Introducción

En la región noroeste de la República Mexicana las características dominantes del clima son cambios extremos de temperatura y baja precipitación. La península de Baja California se encuentra bajo la influencia del cinturón subtropical de altas presiones las que, de acuerdo con la circulación general de la atmósfera, corresponden a una zona de corrientes descendientes subtropicales (calmas subtropicales). El aire de éstas es fresco, pero seco, por lo que no puede producir condensación, ya que al ir bajando se calienta aumentando así su capacidad para contener el vapor de agua sin condensarlo (Reyes y Rojo, 1985). Estas zonas se hallan próximas a los paralelos de 30° tanto para latitud norte como sur y corresponden a la ubicación de los grandes desiertos del planeta (García, 1973).

Esta situación no rige en la porción noroccidental de la Península en donde durante el invierno se presentan vientos del oeste que traen asociados consigo frentes fríos y lluvias regulares.

En la Región del Cabo la mayor cantidad de precipitación es recibida en verano (Fig. 1), la cual se debe principalmente a las tormentas o "chubascos" derivados de los ciclones tropicales que se originan en la costa occidental del centro o sur de la República Mexicana, presentándose generalmente en agosto y septiembre. Estos se originan en latitudes bajo 15° de latitud norte, con una dirección noroeste y siguen por el Pacífico hacia Norteamérica; ocasionalmente recurvan hacia el continente y los que llegan a tocar la Península directamente originan lluvias torrenciales y vientos fuertes con características de huracán. Se reporta un porcentaje bajo de ocurrencia de ciclones que tocaron la península de Baja California en el periodo de 1949-1961; de un total de 22 sólo un 27% afectó las costas bajacalifornianas (Jáuregui, 1967). Estos penetran por la costa este de la Península y aportan la mayor cantidad de lluvia que se presenta en la zona, depositándose la mayor parte en las elevaciones altas de las sierras, que actúan como barreras, siendo cada vez menor la cantidad conforme disminuye la altitud. Esto se aprecia claramente si se toman en consideración los totales de precipitación anual que se presentan en estaciones climatológicas como La Paz con 240 mm, Cabo San Lucas con 244 mm y La Laguna con 765 mm, siendo esta última la estación ubicada a mayor altitud en la Región del Cabo y las dos primeras entre los 10 y 20 m.

Respecto al factor temperatura, se presentan cifras más elevadas en la costa del Golfo de California que en la del Pacífico, esto debido a que casi durante todo

el año (marzo a noviembre) soplan vientos del oeste que entran cargados de humedad derivada de su paso por el océano, contribuyendo así a refrescar la atmósfera. La altitud también afecta directamente los valores de este parámetro.

En la Región del Cabo, los factores temperatura y precipitación presentan variaciones importantes aún en distancias relativamente cortas, lo que produce la existencia de variantes climáticas, sobre todo en lo referente al grado de humedad.

Metodología

Para el estudio climático de la zona de la Sierra de La Laguna se tomó como mapa base la Carta de Climas de DETENAL, escala 1:1,000,000, para la localización de estaciones meteorológicas en la zona de estudio.

De la Delegación Estatal de la Secretaría de Recursos Hidráulicos se obtuvo una relación de las estaciones meteorológicas del Estado, en la cual se incluye su ubicación geográfica y la altitud a la cual están situadas.

Con estas referencias se seleccionaron las estaciones que fueran representativas para describir el clima, tomando en cuenta su cercanía con la zona de interés y el número de años de registros de datos (Mapa 1).

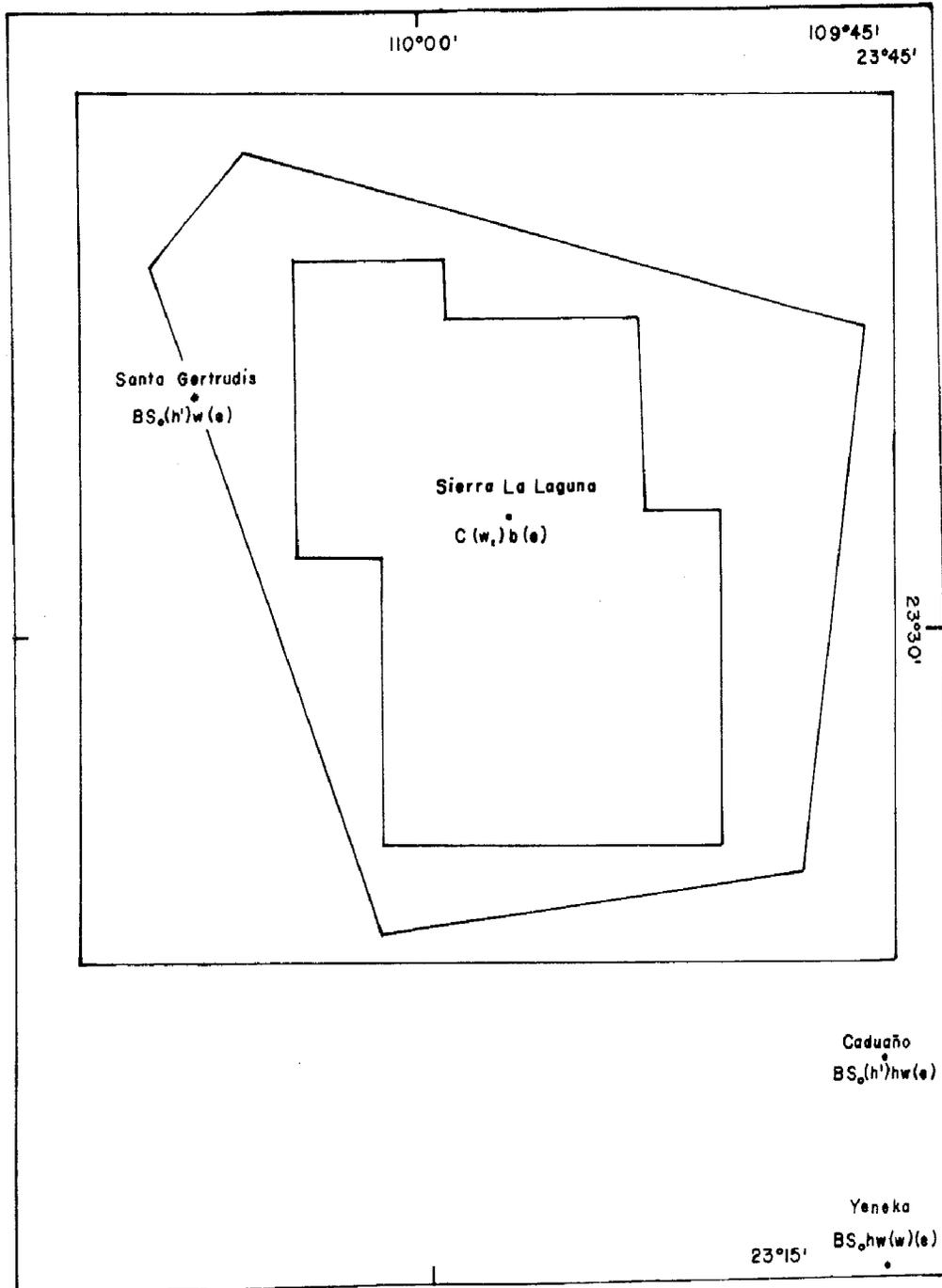
Se obtuvieron todos los registros anuales de temperatura y precipitación de cada una y se procesaron para obtener los datos correspondientes a la temperatura media mensual y anual, y la precipitación total mensual y anual, para proceder a realizar la clasificación climática de acuerdo con Koeppen modificada por García (1973). Se eligieron cuatro estaciones (Cuadro 1).

Cuadro 1.

Estación Meteorológica	Ubicación	Altitud
Sierra de La Laguna	23°33' 109°58'	1,695 m
Santa Gertrudis	23°36' 110°06'	450 m
Caduaño	23°19' 109°46'	195 m
Yeneka	23°15' 109°47'	205 m

Resultados

En el análisis de la Carta de Climas de DETENAL (1981), se observa que en la zona se presentan cinco diferentes tipos climáticos: el $BS_0(h')hw$ de los 100 a 500 m



Mapa 1. Localización de las estaciones meteorológicas en la Sierra de La Laguna, con el tipo climático correspondiente de acuerdo con Koeppen modificado por García (1964).

aproximadamente; el BS_0 hw(w) en el rango de 500 a 700 m; BS_1 h(w) de 700 a 1,000 m; el $C(w_0)$ de los 1,000 a 1,300 m y por último el $C(w_1)$ por arriba de los 1,300 m.

Dentro de la zona propuesta como reserva se encuentran dos estaciones climatológicas: Santa Gertrudis, en la Zona de Amortiguamiento y Sierra de La Laguna, en la Zona Núcleo (Mapa 1).

De acuerdo a los datos recopilados, en la parte alta de la Sierra de La Laguna se presenta un clima $C(w_1)$ b(e), es decir, templado subhúmedo con una temperatura media anual de 14.7°C , la temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C , y la del mes más caliente bajo 18°C , régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 (8.3%), con verano fresco y largo y una oscilación anual de la temperatura extremosa (7.5°C).

En la estación Santa Gertrudis se presenta un clima BS_0 (h')w(e), que es semiárido cálido con una temperatura media anual de 22.7°C , temperatura del mes más frío sobre 18°C (18.4°C), y la del mes más caliente de 27.4°C , régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 (9.1%) y una oscilación anual de la temperatura extremosa (9°C).

La estación meteorológica más próxima a la zona de estudio es la de Caduaño que presenta un clima BS_0 (h')hw(e), que es un semiárido cálido, con una temperatura media anual de 22.4°C ; temperatura del mes más frío entre 12 y 18°C (16.9°C), y la del mes más caliente de 28.6°C , régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 (6.2%) y oscilación anual de la temperatura extremosa (11.7°C).

La estación Yeneka presenta un clima BS_0 hw(w) (e) semiárido semicálido, con una temperatura media anual de 21.8°C , temperatura del mes más frío entre 12 y 18°C (15.7), y la del mes más caliente de 27.8°C , régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal menor de 5 (4.7%) y oscilación anual de la temperatura extremosa (12.1°C).

Cabe hacer notar el cambio drástico que existe en lo referente al grado de humedad, ya que del subtipo climático $C(w_1)$ que es un templado subhúmedo, pasa al $C(w_0)$ que es el menos húmedo de los templados subhúmedos y de aquí hay una variación pasando directamente a los climas BS que corresponden a los secos; primeramente el BS_1 h(w) que es el más húmedo de éstos y después los BS_0 , cuya cantidad de precipitación es muy baja. Este hecho llama la atención ya que no existe un cambio gradual pasando por los climas también cálidos pero considerados subhúmedos sino que es directo a los secos cálidos o semiáridos BS.

Discusión

De acuerdo con lo anterior y con los climogramas correspondientes a cada una de las estaciones (Fig. 1), se aprecia que existen diferencias notables en lo referente a la cantidad de lluvia que se presenta en las partes altas de la Sierra de La Laguna y que disminuye en las otras estaciones, siendo incluso nula en algunos meses del año.

Lo contrario sucede con la temperatura, que disminuye con la altitud y en las

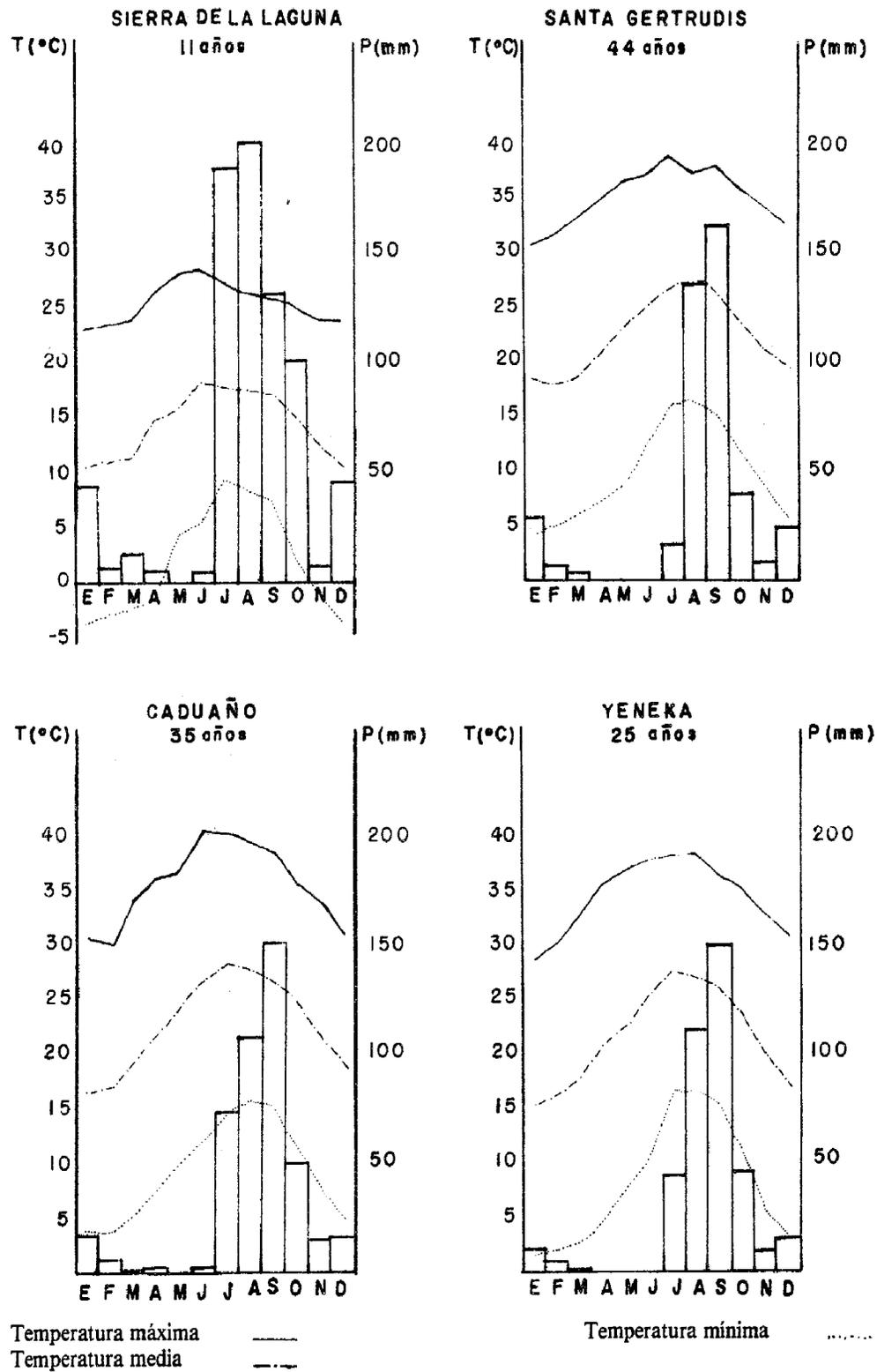


Figura 1. Climogramas correspondientes a las estaciones meteorológicas presentes en la zona de estudio.

estaciones de Santa Gertrudis, Caduaño y Yeneka la distribución anual de la temperatura media oscila entre los 18 y 30°C a diferencia de La Laguna, en donde se mantiene entre los 11 y 19°C, presentándose todos los máximos en verano (Cuadro 2).

Para el parámetro temperatura máxima extrema en las estaciones de baja altitud, ésta oscila entre 30 y 40°C y en La Laguna fluctúa entre 23 y 29°C.

La temperatura mínima extrema presenta un patrón semejante en Santa Gertrudis, Caduaño y Yeneka. En La Laguna se tienen los registros más bajos de este parámetro con cifras incluso bajo cero durante el invierno.

De la estación climatológica La Laguna se tomaron en cuenta solo once años, comprendidos entre 1950 y 1961 ya que se considera que después de esa fecha no ha funcionado con regularidad.

Cuadro 2. Datos climáticos de las estaciones meteorológicas en la Sierra de La Laguna. Las temperaturas están dadas en grados centígrados.

Parámetros Meteorológicos	Sierra de La Laguna	Yeneka	Santa Gertrudis	Caduaño
Número de años de observación	11	25	44	T P 25-34
Temp. media anual	14.7	21.8	22.7	22.4
Temp. máxima del mes más caliente	29.2	38.7	39.0	40.6
Temp. mínima del mes más frío	-3.8	1.8	5.5	3.8
Temp. media del mes más caliente	18.6 junio	27.8 julio	27.4 agosto	28.6 julio
Temp. media del mes más frío	11.1 enero	15.7 enero	18.4 febrero	16.9 enero
Precipitación total anual en mm.	765.5	406.4	435.1	427.7
Índice P/T	52.0	18.6	19.1	19.0
% de lluvia invernal	8.3	4.7	9.1	6.2
Subtipo climático	C(w ₁) b(e)	BS hw(w) (e) 0	BS (h')w(e) 0	BS (h')hw(e) 0

Desafortunadamente no se cuenta con una red de estaciones meteorológicas que cubra el gradiente altitudinal en la zona de estudio, lo cual sería de gran importancia para tener registros precisos de los cambios que sufren la precipitación y la temperatura y que se reflejan por ejemplo en las diferentes comunidades que se encuentran establecidas en la Sierra de La Laguna.

Literatura citada

- García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. 2ª. edición. Instituto de Geografía, UNAM. México 252 pp.
- García, E. 1983. *Apuntes de Climatología* (según el programa vigente en las carreras de Biólogos UNAM; de la E.N.E.P. de Cuautitlán, U.N.A.M. y de la Universidad Autónoma Metropolitana. México. 153 pp.
- Hastings, J. R. y R. Turner. 1965. Seasonal precipitation regimes in Baja California, Mexico. *Geografiska Annaler* 47A: 204-223
- Jáuregui, E. O. 1967. Las ondas del Este y los ciclones tropicales en México. *Ingeniería Hidráulica en México* 21(3): 197-208
- Reyes, S. y P. Rojo. 1985. Variabilidad de la Precipitación en la Península de Baja California. *Geofísica* 22/23: 111-128
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. *Carta de Climas*. Hoja La Paz. Escala 1:1,000 000. DETENAL.
- Shreve, F. 1937. Vegetation of Baja California. *Madroño*. 4: 105-136.

CAPÍTULO 5

EDAFOLOGÍA

Yolanda Maya Delgado

Resumen

El presente trabajo tiene por objeto hacer la evaluación cualitativa de los suelos de un área propuesta como Reserva de la Biósfera, por medio de la interpretación de fotografías aéreas. A partir de ellas se obtuvo un mapa que muestra la distribución de este recurso. La clasificación de los suelos se hizo con el Sistema FAO/UNESCO modificado por CETENAL, con apoyo en descripciones morfológicas de perfiles realizados como puntos de control en campo y en los análisis de laboratorio que se hicieron a muestras tomadas de cada capa; se incluyen las descripciones y los datos de laboratorio, así como una breve descripción de las características de cada grupo.

Se presenta un mapa a escala 1: 80,000 en el que se aprecia la dominancia de suelos del tipo Litosol y Regosol, ambos muy susceptibles a la erosión por derivarse de rocas graníticas en este caso, por lo que se concluye que debe evitarse la eliminación de la cubierta vegetal que retiene y protege el suelo.

Abstract

A map of soils showing the regional distribution of an area proposed as a Biosphere Reserve was obtained using interpretation on aerial photographs and field data. The methodology includes the comparison and description of the photographic material of the study site as well as the morphological analysis of profiles in soil trenches and sampling of each layer on the field. The soils were classified using the FAO/UNESCO (modified by CETENAL) System. The map shows that most of the area is dominated by Regosols and Lithosols; there are also Cambisols and Phaeozem in the upper area.

All of these soils are easily eroded by wind and rain because of their origin

from granitic rocks. Therefore, it is recommended that plant cover is maintained to prevent soil erosion, as well as the avoidance of inadequate agricultural and husbandry practices in these soils.

Introducción

El suelo es un recurso muy importante a tomar en cuenta cuando se hace un estudio serio que lleve como propósito el conocimiento del comportamiento de determinado ecosistema y sus diferentes alternativas de manejo. Sobre el suelo se desarrolla la cubierta vegetal y esta misma contribuye al propio desarrollo del suelo al aportar materia orgánica y retenerlo con sus raíces, creando así un equilibrio que en ocasiones al romperse, tiene por consecuencia el deterioro de ambos recursos y algunos otros, ya que el suelo brinda protección y alimento a varios grupos de organismos desde bacterias, hasta pequeños mamíferos.

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre, que recibe y aporta energía de y hacia la biósfera y la atmósfera, siendo por lo tanto un sistema dinámico que se forma por la acción del ambiente —incluidos los organismos— sobre diversos materiales geológicos, que a través del tiempo dan por resultado la formación de diversas capas constituidas principalmente por partículas minerales y materia orgánica, además de algunos otros elementos en forma de iones libres (a lo que se llama porcentaje de saturación de bases) que son aprovechables por las plantas. Algunos suelos son delgados y están formados por una sola capa que sobreyace al material parental en tanto que otros, generalmente profundos, presentan varias capas diferentes siendo éste un índice de desarrollo (Fitz Patrick, 1980).

Son muy pocos los estudios que sobre suelos se han hecho en la Sierra de La Laguna y a la fecha sólo se cuenta con las cartas edafológicas, escalas 1: 1,000,000 y 1: 250,000, publicadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), que debido a la escala proporcionan información muy general de los suelos del área. También se cuenta con información cartográfica de geología y vegetación en escala 1: 1,000,000 y topográfica a diversas escalas, publicada toda por el mismo Instituto. En cuanto a la fisiografía, Hammond realizó un estudio profundo de la Región del Cabo sobre este tema en 1954.

La elaboración del mapa edafológico constituirá una parte importante de los estudios que se realizarán para evaluar los recursos naturales presentes en el área en la que se propone el establecimiento de una Reserva de la Biósfera. Asimismo, contribuirá a sentar las bases necesarias para llevar a cabo un uso y manejo adecuados de este recurso en dicha área.

Descripción del área

La zona de estudio, que incluye la Zona Núcleo, la Zona de Amortiguamiento y la Zona de Influencia del área propuesta como Reserva de la Biósfera, se encuentra entre los 23° 21' y 23° 44' de latitud norte, y los 109° 44' y 110° 10' de

longitud oeste. En ella podemos encontrar las siguientes condiciones fisiográficas (Hammond, 1954):

El área Núcleo y de Amortiguamiento se encuentran totalmente dentro de la Sierra, que está formada por una serie de cordilleras altas transversas unidas entre si por otra cadena longitudinal que en si misma constituye el parteaguas, de tal manera que el drenaje se divide entre el Pacífico y el Golfo de California. Este parteaguas está desplazado francamente al oeste de la línea central, por lo que la ladera este de la Sierra es más tendida y presenta cañones más profundos que la parte occidental de la misma, que es muy abrupta. La cuenca de La Laguna se encuentra en una altiplanicie irregular y nudosa formada por la unión de varias crestas anchas de las cordilleras transversas de esa región.

Hacia el oeste y sur de la Sierra, se encuentra una región de pie de monte (o pedillanura) que abarca desde cerca de Todos Santos hasta San José del Cabo y que se encuentra disectada por varios arroyos, algunos más o menos profundos. Su poca pendiente va desde las partes bajas de la Sierra hacia las playas, encontrándose interrumpida por varios grupos de lomeríos y cadenas pequeñas de montes bajos.

Hacia el este de la Sierra, se encuentra un valle largo y amplio que se extiende desde la Bahía de las Palmas, hasta la costa sur de la Península, en San José del Cabo. La región oeste de este valle y que es la que nos interesa, presenta amplias mesetas que se han formado a partir de antiguos pies de monte que han sido fuertemente disectados por los arroyos que emanan de la Sierra.

Material y métodos

Para elaborar el mapa edafológico, se aplicó la técnica de fotointerpretación y se realizó la verificación de campo correspondiente. La fotointerpretación se hizo con un estereoscopio de espejos sobre fotografías aéreas verticales en blanco y negro, escala 1: 50,000, obtenidas por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional en 1978; además se usaron la carta edafológica, escala 1: 250,000, y las cartas geológicas y de uso del suelo, escala 1: 1,000,000, producidas por el INEGI. En campo se tomaron los colores por comparación con la Carta de Colores Munsell (1975) y la determinación de los suelos se hizo siguiendo la clave para la clasificación de suelos FAO/UNESCO modificada por CETENAL (1970). La transferencia de información se hizo sobre las cartas topográficas del INEGI, escala 1: 50,000, que cubren el área.

En la actualidad, la fotointerpretación constituye una de las herramientas más útiles de la cartografía. Por medio de ella se obtiene información utilizando fotografías aéreas verticales, mismas que se toman con cámaras especiales adaptadas en aviones que en su vuelo cubren totalmente un área determinada haciendo recorridos en líneas paralelas. Cada fotografía se sobrepone a la siguiente, aproximadamente en un 70% y cada línea con la adyacente en un 30%. De esta manera, una zona es fotografiada desde dos ángulos diferentes y aparece por lo tanto en dos fotografías que, al ser analizadas con un estereoscopio, proporcionan una

visión tridimensional de esa zona.

La siguiente es la metodología practicada por la Dirección General de Geografía para la elaboración de la carta Edafológica y que se basa fundamentalmente en la empleada por el U.S. Department of Agriculture desde 1951.

La separación de las unidades de suelo —por medio de líneas llamadas contactos— se hace principalmente con base en la diferencia de topografía, ya que ésta es un importante factor en la distribución de los suelos. Además se hace la separación de acuerdo al contraste y textura fotográficos y a la distribución de la vegetación, los diferentes materiales geológicos y el clima (USDA, 1951). De acuerdo con estas características, es posible tener una idea de los suelos que pueden encontrarse en esa zona; en ese caso, se hace una clasificación tentativa de las unidades.

Una vez hecha en gabinete la separación de las unidades sobre las fotografías, se hacen las visitas al campo que se requieran para hacer los puntos de control, mismos que se procurará que sean representativos de todas las condiciones presentes en el área de estudio, ya que una de las bases de esta técnica es que en un área restringida, a iguales condiciones corresponde igual tipo de suelo.

Para hacer un punto de control, se hace un pozo a cielo abierto en un lugar previamente determinado sobre la fotografía aérea. En una de las caras de ese pozo, a la que se llama perfil de suelo, se hace la separación de las diferentes capas que se presentan, se toman las características morfológicas de cada capa y de acuerdo con ellas se denominan los horizontes de campo. Una vez determinados los horizontes y características diagnósticas que tiene ese suelo, se procede a su clasificación de acuerdo al sistema elegido. En este trabajo se hizo siguiendo el Sistema de Clasificación FAO/UNESCO modificado por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (actualmente Dirección General de Geografía) en 1970. La toma de muestras —aproximadamente 1 kg por capa— se hace con el objeto de dar apoyo a la clasificación hecha en campo, ya que algunos suelos están definidos por sus características químicas, mismas que no es posible determinar en campo.

Nuevamente en gabinete y contando con la información obtenida en campo y la proporcionada por el laboratorio, se hace la reinterpretación sobre las fotografías aéreas. En esta etapa es frecuente que se eliminen algunos contactos, que se establezcan otros, o que las claves que se habían puesto en la fotointerpretación se cambien. Posteriormente se hace una revisión final para eliminar cualquier error como choque de claves (que dos unidades adyacentes tengan la misma clave), o contactos abiertos (todas las unidades constituyen áreas definidas, por lo que están cerradas por todos lados).

Finalmente se hace la transferencia de la información contenida en las fotografías aéreas a un mapa de la escala requerida. En nuestro caso, la escala es 1: 80,000.

Resultados

Como resultado principal del trabajo, se obtuvo el mapa de suelos a escala 1: 80,000 de la región propuesta (Ver Mapa 1 en Apéndices); en él puede observarse que cada uno de los tipos de suelos presentes en el área, se encuentra generalmen-

te asociado a otro y presenta regularmente alguna limitante física. El mapa permite reconocer que la distribución general de los suelos es la siguiente:

En las partes más abruptas de la Sierra dominan los litosoles en asociación con regosoles eútricos, es decir, suelos delgados y de poco desarrollo limitados por roca (cuando el suelo dominante en la unidad litosol, se omite el símbolo que indica la presencia de fase lítica, pues se da por sentado que ésta existe). La vegetación presente es selva baja caducifolia y bosques (Ver Mapa 2 en Apéndices).

En algunas partes menos abruptas que permiten su separación como unidades, así como en los lomeríos y en las pequeñas cadenas montañosas de las partes bajas de la Sierra, se encuentran dominando los regosoles eútricos, limitados en profundidad por roca, en asociación con litosoles. La vegetación en estas unidades es semejante a la anterior.

El punto 4, un regosol eútrico en fase lítica que es representativo de los puntos 3, 4, 5, 9 y 10 que aparecen en el mapa, tiene reacción nula al HCl diluido, terrones de estructura migajosa, su consistencia es suelta en seco y en húmedo y tiene adhesividad y plasticidad nulas.

En la altiplanicie se presenta una unidad grande en la que se asocian cambisoles eútricos, feozem háplicos y cambisoles húmicos, limitados en profundidad por roca. Ambas capas del cambisol eútrico tienen reacción nula al HCl diluido, los terrones tienen estructura de bloques subangulares de desarrollo débil, consistencia friable en húmedo y adhesividad y plasticidad nulas. El feozem háplico tiene también reacción nula al HCl diluido, terrones de estructura granular fina y desarrollo débil, consistencia blanda en seco y muy friable en húmedo y adhesividad y plasticidad nulas.

También fue posible la separación de una unidad con crestas más abruptas en la que dominan los litosoles en asociación con cambisoles eútricos. La vegetación establecida en estas unidades es bosque de pino-encino, que es además la única mancha de este tipo de vegetación que se encuentra en Baja California Sur.

En la vega de La Laguna se encontraron suelos profundos y oscuros, que se clasificaron como cambisoles húmicos. El horizonte A tiene reacción nula al HCl diluido, la estructura de los terrones es de bloques angulares gruesos de desarrollo fuerte, de consistencia muy dura en seco y firme en húmedo y con adhesividad y plasticidad ligeras; el horizonte B tiene reacción nula al HCl diluido, la estructura es de bloques angulares de tamaño medio y desarrollo débil, de consistencia blanda en seco y muy friable en húmedo, de adhesividad y plasticidad ligeras. Se presenta pastizal natural con bosque de pino.

En los pies de monte y en las mesas se presentan suelos profundos pero de mínimo desarrollo, que corresponden a regosoles eútricos. Los puntos 2 y 11 representan este tipo de suelos. Tienen dos horizontes con reacción nula al HCl diluido; el horizonte A tiene terrones de estructura en bloques subangulares y angulares, de tamaño fino a medio y desarrollo débil a moderado. La consistencia es de blanda a dura en seco y de suelta a friable en húmedo, con adhesividad y plasticidad nulas. El horizonte C tiene falsa estructura causada por compactación. La vegetación es de selva baja caducifolia y matorral xerófilo.

Finalmente, en los arroyos se encontraron fluvisoles eútricos. En esta área

son suelos profundos y presentan siempre fase pedregosa dada por las rocas provenientes de las partes altas. El punto 1, representativo de este tipo de suelos, presenta varias capas correspondientes al horizonte C, sin estructura, de consistencia suelta en húmedo y en seco y con adhesividad y plasticidad nulas. En estos suelos se presentan matorrales.

En el Cuadro 1 (a y b) aparecen los datos correspondientes a los seis pozos que se han tomado como representativos de los diferentes tipos de suelo que se encontraron; en la Fig. 1 se muestra en forma esquemática la localización de estos puntos. Los parámetros químicos se analizaron según la tabla de equivalencias para diferentes características de los suelos utilizada por la Universidad Autónoma de Chapingo.

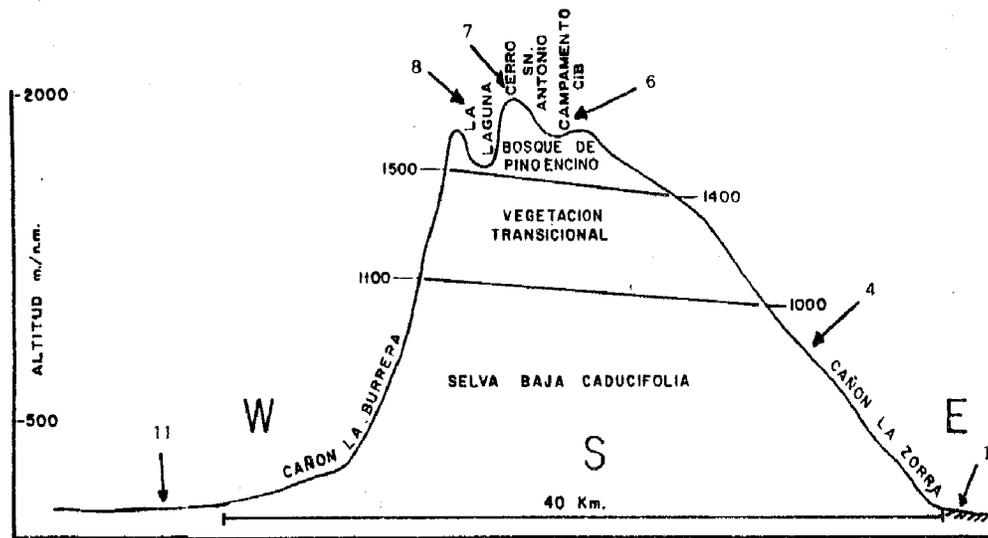


Figura 1. Perfil esquemático de la Sierra de La Laguna en el que se muestra la localización de los puntos que aparecen en el Cuadro 1, representativos para los suelos del área.

A continuación se hace una descripción general de los grupos de suelos encontrados, mencionando en qué otros lugares de la República se han encontrado y la vegetación con que se asocian (según cartografía del INEGI):

Litosoles. Son suelos de origen diverso, con profundidad no mayor de 10 cm. En el sistema FAO/UNESCO, a la roca desnuda se le considera en este grupo. Debido a sus características, estos suelos se han encontrado comúnmente en las regiones montañosas del país, soportando prácticamente cualquier tipo de vegetación y en cualquier clima.

Regosoles eútricos. Su principal característica es la de ser suelos de poco desarrollo, con más del 50% de saturación de bases, aunque pueden derivarse de muy diferente material parental. Los que se encontraron en la Sierra y en las mesetas se han formado directa o indirectamente de rocas graníticas, por lo que son de textura gruesa. Es posible encontrar suelos similares a lo largo de toda la península de Baja California en geoformas semejantes como son los grupos de lomeríos formados a partir de aluvión en las partes bajas de la Sierra La Giganta, hasta la Sierra La Rumorosa, al oeste de Mexicali, sosteniendo diferentes tipos de matorrales y bosques. También se encuentran representados en la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre del Sur, en Guerrero principalmente, sosteniendo una vegetación de selva baja caducifolia y bosque de pino-encino al igual que en La Laguna. Son muy susceptibles a la erosión.

Cambisoles eútricos. Son suelos con suficiente grado de desarrollo que ha permitido la formación de varias capas y buena estructura; tienen más del 50% de saturación de bases. Para el desarrollo de estos suelos son necesarias buena cubierta vegetal y humedad suficiente; tienen regular susceptibilidad a erosionarse. Se encuentran en la parte occidental de la Mesa Central asociados a pastizales, así como en la Sierra Madre del Sur sosteniendo selvas bajas caducifolias.

Cambisoles húmicos. La principal característica que los diferencia de los cambisoles eútricos, es la baja saturación de bases presente en la capa más superficial que además, es profunda y oscura. La baja saturación de bases puede originarse por pobreza en el material parental y esto, aunado a un elevado aporte de materia orgánica aumenta las condiciones de acidez en las que las bases son sustituidas por iones de hidrógeno. Esta situación se ve favorecida cuando se presenta fuerte precipitación pluvial (Cajuste, 1977). Estas condiciones han hecho posible el desarrollo de estos suelos en la Sierra Madre del Sur, con vegetación de bosque de pino-encino.

Feozem háplicos. Son suelos oscuros y suaves con bastante materia orgánica y por ciento de saturación de bases mayor de 50. Estos suelos se encuentran en la Sierra Madre Occidental sosteniendo bosque de pino-encino y están mayormente representados en el centro del país en el Eje Neovolcánico, asociados a bosques de pino-encino y pastizales. El color oscuro de estos suelos se debe al gran aporte de materia orgánica por parte de la vegetación que sostienen.

Fluvisoles eútricos. Son suelos formados por material acarreado por el agua, de poco desarrollo y con alta saturación de bases. Son característicos de lechos de ríos y arroyos, lo que hace que se puedan encontrar en diferentes condiciones climáticas, soportando a veces vegetación de galería o, como en La Laguna, la vegetación característica del lugar en el que se encuentran.

Cuadro 1(a). Características generales de los sitios de muestreo y tipo de suelo del que es representativo cada punto.

Punto No.	1	4	6	7	8	11
Localidad	Lecho de arroyo La Zorra, Mesa de Santiago	Cañón de La Zorra Ojo de agua	Campamento Palo Extraño (cima)	El agua de San Antonio (cima)	Valle de La Laguna (cima)	Mesa de San Martín
Vegetación	Matorral sarcocaula	Selva baja caducifolia	Bosque de pino-encino	Bosque de pino-encino	Pastizal natural y bosque de pino-encino	Matorral sarcocaula
Material parental	Aluvión	Granito	Granito	Granito	Aluvión	Aluvión
Clasificación	Fluvisol Eútrico	Regosol Eútrico	Cambisol Eútrico	Feozem Háplico	Cambisol Húmico	Regosol Eútrico
Fase física	Pedregosa	Lítica	Lítica	Lítica Profunda	Lítica Profunda	
Clave	Je/1P	Re/1L	Be/1L	Hh/2LP	Bh/2LP	Re/1

Cuadro 1(b). Resultados de los análisis físico-químico de los diferentes tipos de suelos encontrados en la Región.

Punto No.	1	4	6	7	8	11
	HORIZONTE "A"					
Profundidad		0-40 cm	0-14 cm	0-35 cm	0-22 cm	0-24 cm
Textura		Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón limo-arenoso	Migajón limo-arenoso	Areno migajosa
en seco		10YR 5/3 café	10YR 5.5/4 café amarillento	10YR 5/2 café grisáceo	10YR 5/3 café	10YR 6.5/2 gris castaño claro
Color en húmedo		10YR 4/2 café grisáceo oscuro	10YR 4/3 café	10YR 3/3 café grisáceo muy oscuro	10YR 3/2 café grisáceo muy oscuro	10YR 3/3 café oscuro
pH		6.6 neutro	5.4 fuertemente ácido	5.6 moderadamente ácido	5.0 muy ácido	6.8 neutro
% Materia orgánica		2.1	3.9	3.2	2.2	0.8
% Sat. de bases		muy alta	alta	muy alta	baja	muy alta
Fósforo		extremadamente rico	extremadamente rico	extremadamente rico	moderado	muy pobre
Potasio		bajo	bajo	moderado	muy bajo	muy bajo
Calcio		moderado	moderado	moderado	bajo	bajo
Magnesio		moderado	muy alto	muy bajo	bajo	muy alto
Denominación		Ocrico	Ocrico	Mólico	Umbrico	Ocrico

HORIZONTE "B"

Profundidad	14-25 cm	22-35 cm
Textura	Migajón arenoso	Migajón limo-arenoso
en seco	10YR 7/6 amarillo	10YR 6/4 café amarillento claro
Color		
en húmedo	10YR 5/4 café	10YR 5/3 café amarillento
pH	5.2 fuertemente ácido	5.5 moderadamente ácido
% Materia orgánica	0.6	0.6
% Sat. de bases	moderada	moderada
Fósforo	rico	rico
Potasio	muy bajo	bajo
Calcio	bajo	bajo
Magnesio	bajo	bajo
Denominación	Cámbico	Cámbico

HORIZONTE "C"

	0-100 cm	25-35 cm	35-88 cm	24-100 cm
Profundidad				
Textura	arenosa	migajón arenoso	migajón arenoso	arena migajosa
en seco				
Color	2.5 Y 7/4 amarillo pálido	10YR 6/6 amarillo pardo	2.5 Y 7/4 amarillo pálido	10YR 6/4 café amarillento claro
en húmedo				
pH	2.5 Y 6/4 café amarillento claro 6.5 ligeramente ácido	10YR 5/6 café amarillento 5.2 fuertemente ácido	2.5 Y 6/4 café amarillento claro 5.8 moderadamente ácido	10YR 4/2 café grisáceo oscuro 7.0 neutro
% Materia orgánica	0.06	0.7	0.2	0.3
% Sat. de bases	muy alta	baja	alta	muy alta
Fósforo	moderado	moderado		muy pobre
Potasio	muy bajo	muy bajo	bajo	muy bajo
Calcio	moderado	muy bajo	alto	bajo
Magnesio	bajo	bajo	bajo	bajo

Discusión

Como se mencionó anteriormente, los suelos dominantes en las partes altas y abruptas de la Sierra son delgados y de poco desarrollo. Esto se debe a que la pendiente no permite la acumulación del suelo, ya que el material es transportado hacia las partes bajas por acción del agua y la misma gravedad.

En las mesetas y pies de monte en cambio, los suelos son profundos, aunque de mínimo desarrollo a consecuencia del clima predominante en esas áreas (BS), además del poco aporte de materia orgánica por la vegetación, ya que ambos factores son importantes para el desarrollo del suelo.

Como puede observarse, la textura dominante es gruesa y el pH ácido en general. Esto se debe a que los suelos se han formado a partir de un material ácido y con cristales de difícil intemperización como lo es el granito. La acidez del suelo se acentúa además en las partes altas debido al elevado aporte de materia orgánica que proporciona la vegetación establecida en esta área y cuya descomposición tiene por resultado la formación de ácido húmico, que además es responsable del color oscuro de la capa superficial del suelo (FitzPatrick, 1980).

Debido a la textura gruesa predominante, estos suelos son fácilmente erosionables, siendo lamentablemente evidente en las partes bajas y de fuerte pendiente de la Sierra. Las zonas con menos erosión son las de la altiplanicie, en gran parte gracias a la protección que le brinda la cubierta vegetal y a la gran cantidad de hojarasca proveniente de los encinos.

Conclusiones

Por las características de los suelos antes mencionadas, es recomendable la preservación de la cubierta vegetal y su adecuado manejo evitando el desmonte con fines agrícolas y llevando a cabo el control de la ganadería y la extracción de leña; asimismo es recomendable implementar programas de reforestación en las zonas perturbadas, con el fin de evitar en lo posible el avance de las áreas de erosión y el deterioro tanto del suelo como de la vegetación, pues además del indudable interés científico que representa el que en esta zona se encuentre la única mancha de bosque de coníferas del Estado, éste es importante por encontrarse en la principal zona de captación pluvial de la zona sur de la Península.

Todos estos aspectos contribuyen a justificar ampliamente el establecimiento de una Reserva de la Biósfera en la zona.

Agradecimientos

A la Bióloga Ma. de Lourdes Aguirre Jones, Jefa del Laboratorio de Análisis de Materiales de la Dirección General de Geografía, bajo cuya supervisión y de una manera desinteresada se hicieron los análisis de las muestras obtenidas en campo.

Literatura citada

- Cajuste, L. 1977. *Química de suelos*. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México. 278 pp.
Cartografía publicada por el INEGI:
 Carta Edafológica escala 1: 250,000 F12-2-3-5-6 San José del Cabo.
 Cartas de Uso del Suelo escala 1: 1,000,000 Noroeste, Norte, Occidente y Centro I.
 Cartas Edafológicas escala 1: 1,000,000 Noroeste, Norte, Occidente y Centro I.
 Carta Geológica escala 1: 1,000,000 Noroeste.
 Cartas Topográficas escala 1: 50,000: F12B23 Rosario, F12B24 Las Cuevas, F12B33 Todos Santos, F12B34 Santiago.
- Dirección de Estudios del Territorio Nacional. 1980.
 Metodología para la elaboración de la carta edafológica escala 1: 250,000. S.P.P. México, D.F., México. 28 pp.
- FitzPatrick, E. 1980. *Suelos*. CECOSA. México, D.F. México. 429 pp.
- Hammond, E. 1954. *A geomorphic study of the Cape Region of Baja California*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles. Cal., USA. 112 pp.
- Munsell Color. 1975. *Munsell soil color charts*. Kollmorgen Corporation. Baltimore, USA. 15 pp.
- Soil Survey Staff. 1951. *Soil survey manual*. United States Department of Agriculture. USA.

SECCIÓN II

**EL AMBIENTE BIOLÓGICO:
VEGETACIÓN**

CAPÍTULO 6

LA VEGETACIÓN: UNA APROXIMACIÓN A TRAVÉS DE LA FOTOINTERPRETACIÓN

Salvador Morelos Ochoa

Resumen

Se presentan los resultados del estudio de la vegetación de la Sierra de La Laguna de Baja California Sur, efectuado mediante la interpretación de fotografías aéreas, así como un mapa del área propuesta para el establecimiento de una Reserva de la Biósfera, comprendida entre los 23° 21' y 23° 44' de latitud norte, y los 109° 44' y los 110° 10' de longitud oeste.

Se reconocen seis unidades de vegetación primaria: selva baja caducifolia, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque de pino, matorral xerófilo y pastizal. Para cada una se presenta una descripción general de su estructura y se mencionan las especies dominantes. Se presentan observaciones sobre las comunidades vegetales de origen secundario.

Abstract

The results from a vegetational study, made through the interpretation on aerial photos, of the Sierra de La Laguna at Baja California Sur are presented. A map of the area proposed for the establishment of a Biosphere Reserve, located between 23° 21' and 23° 44' N and 109° 44' and 110° 10' W is included.

Six primary vegetation units were identified: tropical deciduous forest, pine-oak forest, oak forest, pine forest, desert scrub, and grassland. A general structural description for each of these units is provided, and the dominant species are mentioned. Several observations about the communities bearing secondary vegetation are made, as well as general considerations for the management of the area.

Introducción

Para el manejo adecuado de los ecosistemas naturales es necesario el conocimiento de su comportamiento en el tiempo y espacio. En este sentido, el análisis mediante métodos de fotointerpretación representa un elemento invaluable en cuanto a la definición de las condiciones que prevalecen en una región, su potencial de uso y del grado de deterioro ambiental, así como sobre las transformaciones que se van presentando. Solo a partir de esta información, es posible establecer un buen plan de manejo de los ecosistemas así como las medidas para su conservación.

De los elementos a analizar por métodos de fotointerpretación y cartográficos, la vegetación representa un componente del paisaje que aporta una gran cantidad de datos sobre el conocimiento de los ecosistemas. Una amplia discusión a este respecto puede encontrarse en la obra Kunchler (1967).

Este trabajo busca contribuir al conocimiento de los ecosistemas de la Sierra de La Laguna Baja California Sur; estableciendo a partir del análisis de fotografías aéreas de la zona, un mapa de vegetación actual que contribuya a la comprensión de las relaciones espaciales de las comunidades vegetales existentes en el área, y sirva de referencia para la realización de investigaciones posteriores, la selección y ubicación de sitios de muestreo, así como el establecimiento de un programa de manejo para la zona.

La flora y la vegetación de la Sierra de La Laguna han sido objeto de múltiples estudios, principalmente desde una perspectiva taxonómica y fitogeográfica. Al respecto, resaltan los primeros trabajos de Brandegee (1891, 1892, 1892b y 1894), así como los efectuados por Goldman (1916) y Nelson (1921) que, en su conjunto, constituyen un sólido antecedente en el conocimiento de la cubierta vegetal de esta región.

Años después, Shreve (1937), Shreve y Wiggins (1964) y Wiggins (1980) publican resultados de sus exploraciones en Baja California Sur, presentando algunas aportaciones al conocimiento de la flora de la Sierra de La Laguna.

En cuanto a los investigadores mexicanos, Villa-Salas (1968) publica los resultados de sus trabajos realizados con la finalidad de efectuar un inventario forestal, delimitando los principales tipos de vegetación de la zona.

Los esfuerzos más sistemáticos para el conocimiento de la flora y la vegetación de esta región del país, han sido realizados por León de la Luz y sus colaboradores, de quienes en esta obra se incluye una síntesis del resultado de sus estudios (Capítulo 7). Debido a que en ese apartado se presenta un análisis de los aspectos florísticos y biogeográficos de la zona de estudio, aquí se omiten consideraciones al respecto.

De las investigaciones efectuadas, se desprende que la Sierra de La Laguna conforma un área biogeográfica bien diferenciada, denominada Región del Cabo de Baja California Sur, caracterizada por elementos vegetales de afinidad tropical en sus porciones bajas y con relaciones biogeográficas con las zonas montañosas de la República Mexicana y el sur de California en sus partes altas.

Desde el punto de vista cartográfico, la zona ha sido escasamente estudiada, contándose en la actualidad con mapas topográficos escalas 1: 50,000, 1: 250,000 y 1: 1,000,000, así como con cartas topográficas geológicas, edafológicas y de uso del

suelo a escala de 1: 1,000,000, encontrándose en proceso de publicación cartas edafológicas y de uso del suelo escala de 1: 250,000. Todos estos estudios cartográficos han sido desarrollados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, y representan un valioso marco de referencia para el conocimiento de esta región. Sin embargo, se requiere efectuar estudios a una mayor escala que permitan una descripción más fina de las asociaciones prevalecientes.

Este trabajo se desarrolló con el objetivo fundamental de elaborar un mapa de la vegetación de la Sierra de La Laguna a escala de 1: 50,000 que permita delimitar el área para el establecimiento y manejo posterior de una Reserva de la Biósfera.

El área comprendida en este estudio, corresponde a la zona propuesta para el establecimiento de una Reserva de la Biósfera, y se encuentra ubicada entre los 23° 21' y 23° 44' de latitud norte, y entre los 109° 44' y los 110° 10' de longitud oeste; abarcando la Zona Núcleo, la Zona de Amortiguamiento y la Zona de Influencia de la reserva. Particularmente, la zona propuesta como área Núcleo se encuentra delimitada al noroeste por el Cañón de San Dionisio, al noroeste por el arroyo Las Pilitas, y al sur por el Cañón de San Bernardo (23° 25' y 23° 40' L.N. 109° 48' y 110° 04' L.W).

En la Sierra de La Laguna se pueden distinguir tres subunidades fisiográficas: las laderas serranas altas, las laderas serranas bajas y las mesas. En general los suelos predominantes en estas tres subunidades fisiográficas corresponden a regosoles y litosoles. Para una mayor información al respecto, consultar en esta obra el Capítulo 5. Asimismo, no se presenta una descripción general de los climas por lo que se sugiere consultar el Capítulo 4. No obstante, en la descripción de cada unidad de vegetación se encontrarán mencionados los factores ambientales edáficos y climáticos más sobresalientes.

En general en el área de estudio se encuentran representadas cuatro formaciones vegetales: el bosque de coníferas y el bosque de encino en la parte superior de la Sierra; el bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia en las laderas serranas bajas y las mesas, y el matorral xerófilo en las zonas de las mesas (Fig. 1).

Las comunidades representativas del bosque de coníferas, están caracterizadas por un bosque mixto de pino-encino, aunque en algunas porciones pueden observarse masas puras de pino o bosquetes de madroño. Las comunidades del bosque de encino se desarrollan en un piso altitudinal intermedio entre el bosque de coníferas y la selva baja caducifolia, presentándose en general en forma de masas puras de "encino negro", *Quercus devia*. El bosque tropical caducifolio se encuentra representado por varias comunidades bióticas, entre las que sobresalen las dominadas por "mauto", "palo blanco" y "torote" en las laderas, y "torote", "chilicote" y "lomboi" en las mesas. A consecuencia de la escasez de lluvia, es frecuente la presencia de elementos xerófilos; esta condición es más evidente en la zona de las mesas.

Solo en pequeñas zonas planas intermontanas es posible encontrar una cubierta vegetal natural de pastizal, que presenta un nivel freático elevado. La zona de La Laguna, que le da nombre a la Sierra, constituye el área más representativa de estos valles intermontanos.

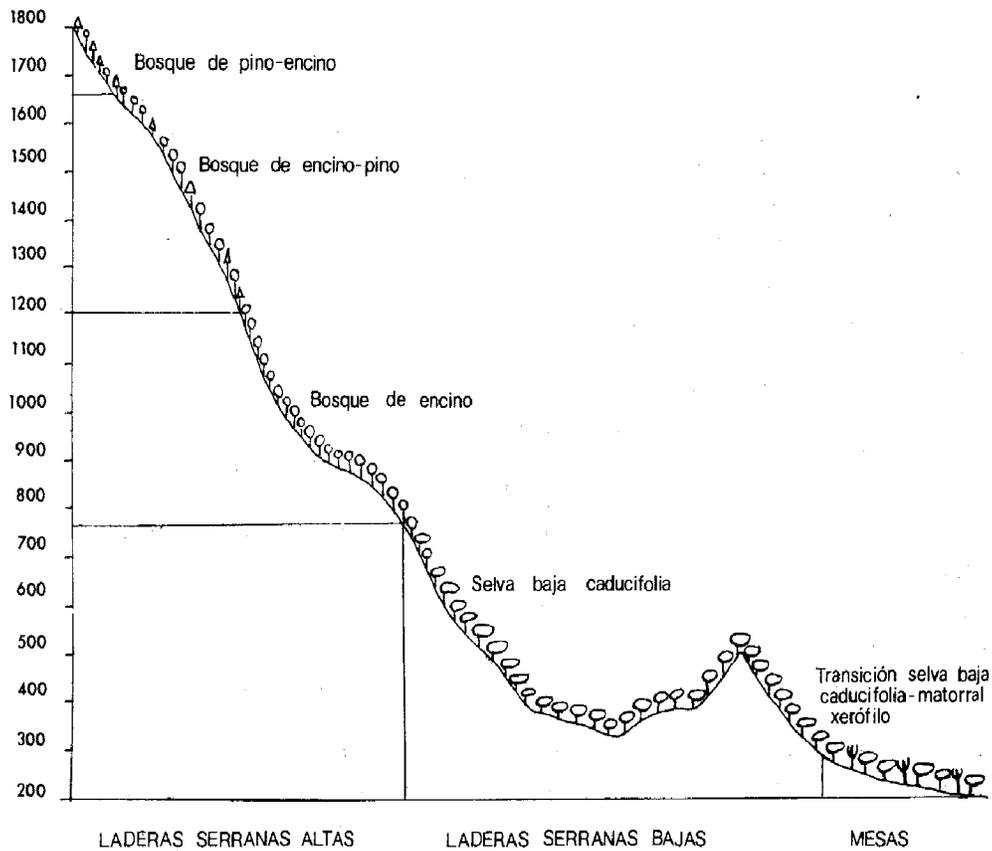


Figura 1. Transecto esquemático de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur, 23° 33' L.N.

Metodología

Para efectuar el trabajo de fotointerpretación se utilizaron fotografías aéreas verticales blanco y negro escala 1: 50,000. Este material fue obtenido por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional en el año de 1978 y para efectuar la construcción del mapa, se empleó la base topográfica 1: 50,000 elaborada por la misma institución. El desarrollo del trabajo comprendió las tres fases fundamentales: el reconocimiento de campo, la fotointerpretación y la transferencia a un mapa con características métricas y ubicación geográfica.

Previo al trabajo de campo, se efectuó una evaluación del material cartográfico y de la bibliografía existentes, así como una revisión de las fotografías aéreas, con la finalidad de establecer una ruta para el recorrido que permitiera analizar un perfil representativo de la Sierra, ubicando asimismo mediante la evaluación del mosaico fotográfico, los sitios de observación. El trayecto comprendió el reconocimiento del Cañón de La Zorra y el Cañón de la Burrera. El trabajo de campo tuvo como propósito fundamental, el análisis del comportamiento de los rasgos de la vegeta-

ción en la fotografía aérea, así como la caracterización general fisonómica y estructural de las comunidades observadas. A partir de estos datos, fue posible establecer los criterios para la interpretación del material fotográfico.

Los principales atributos empleados para la descripción de los sitios de observación fueron: estratificación, composición florística, abundancia relativa y cobertura, características edáficas generales y posición topográfica. Los procesos de fotointerpretación y transferencia, se efectuaron de acuerdo a métodos convencionales, para mayor información al respecto se sugiere la revisión del trabajo de Christian y Stewart (1968).

Resultados

Las principales comunidades vegetales que fue posible diferenciar a partir del análisis fotográfico fueron jerarquizadas en función de la extensión que ocupan: la selva baja caducifolia, el bosque de pino-encino, el bosque de encino, el bosque de pino, el matorral xerófilo y el pastizal.

Selva baja caducifolia. Se incluye bajo esta denominación a un conjunto de comunidades de porte arbóreo y afinidad tropical, cuya característica distintiva es la pérdida del follaje en la época seca del año, que en esta región llega a alcanzar los ocho meses.

La selva baja caducifolia representa la unidad de vegetación más amplia distribuida en la Sierra de La Laguna, encontrándose mejor caracterizada entre los 400 y 800 m de altitud, en la zona que corresponde a las laderas serranas bajas. Por arriba de la cota altitudinal superior, estas comunidades se entremezclan con bosques de encino aproximadamente hasta los 1,000 m, mientras que en la zona de las mesas, por debajo de los 400 m en las comunidades de selva baja caducifolia, aumenta la presencia de elementos del matorral xerófilo.

En cuanto a la cantidad de lluvia recibida, ésta varía entre los 300 y 500 mm anuales; lo que aunado a las elevadas temperaturas medias anuales de 18 a 22°C, determina en parte que estas comunidades no sean del todo análogas, desde el punto de vista ecológico, a las selvas bajas caducifolias del resto del país. Probablemente el factor climático determinante que condiciona la distribución de estas comunidades es la temperatura mínima extrema, no menor de 0°C, si bien los datos disponibles son insuficientes para poder efectuar un análisis detallado de la relación que guardan en general todas las formaciones vegetales con el clima.

La selva baja caducifolia se desarrolla en suelos de características distintas, las comunidades de las laderas presentan suelos someros, pedregosos, de textura arenosa, de pH ácido, pobres en materia orgánica y de colores claros, principalmente grisáceos que califican en general como litosoles o regosoles. No obstante en la zona de las mesas de suelos más profundos, pero que también corresponden a regosoles, es frecuente encontrar este tipo de vegetación.

En cuanto a su estructura (Fig. 2) estas comunidades presentan un solo estrato arbóreo de 6 a 14 m de altura, del que sobresalen eminencias (generalmente

cactáceas). Entre las especies que caracterizan este estrato se encuentran: *Lysiloma divaricata* "mauto", *L. candida* "palo blanco", *Erythrina flabelliformis* "chilicote", *Plumeria acutifolia* "cajalosucho", *Bursera microphylla* "torote", *Cassia emarginata* "palo zorrillo", *Albizia occidentalis* "palo escopeta", *Haema-*

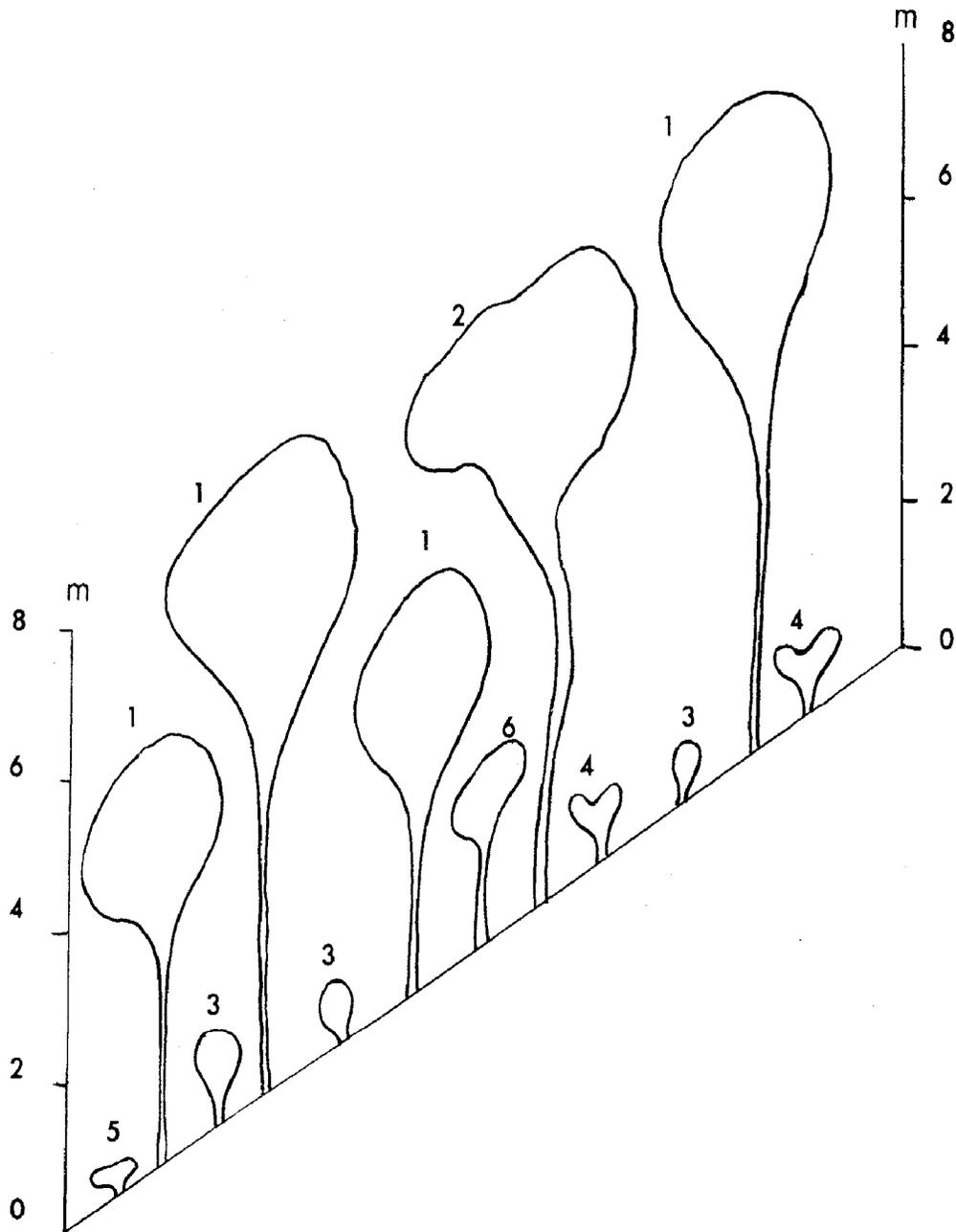


Figura 2. Perfil esquemático de una comunidad de selva baja caducifolia, 1 km al NW del rancho Santa Amalia: 1. *Lysiloma candida*. 2. *Bursera microphylla*. 3. *Jatropha vernicosa*. 4. *Opuntia cholla*. 5. *Viguiera* sp.

toxylon brasiletto "palo brasil", *Esenbeckia flava* "palo amarillo", y *Pithecellobium mexicanum* "palo chino". El elemento que sobresale del estrato arbóreo es principalmente el "cardón barbón" *Pachycereus pecten-aboriginum*, y en la zona de las mesas es posible observar también como eminencias individuos de *Stenocereus thurberii* "pitaya".

El estrato medio presenta un desarrollo variable y una altura de 1 a 2 m, siendo las especies más frecuentes: *Jatropha cinerea* "lomboi blanco", *J. vernicosa* "lomboi colorado". *Fouquieria diguetii* "palo adán", *Croton boregensis*, *Calliandra brandegeei*, *Mimosa brandegeei*, *Celtis reticulata*, *Opuntia cholla* "cholla" y *Plumbago scandens*.

El estrato herbáceo se encuentra en general poco desarrollado, presentando un altura promedio de 50 cm. Las especies más frecuentes son: *Cnidoscolus angustidens* "caribe" *Cassia tora*, *Carlowrightia pectinata*, *Aster spinosus* "buena mujer", *Lantana scorta*, *Viquiera* spp., "tacote" y *Solanum* spp. A este estrato pertenecen cactáceas que se presentan con mayor frecuencia en la zona de las mesas, como las "biznagas" *Ferocactus* spp., y *Machaerocereus gummosus*. Las trepadoras y las epifitas son relativamente escasas.

La selva baja caducifolia es la unidad de vegetación que presenta una mayor diversidad, por lo que para el conocimiento de las asociaciones que la conforman, es necesaria la realización de estudios sistemáticos a mayor profundidad. Sin embargo, de las observaciones efectuadas se desprende que las asociaciones más frecuentes en las laderas mejor conservadas corresponden a comunidades de "mauto", "palo blanco", "cajalosucho" y "palo zorrillo", mientras que en la zona de las mesas estos elementos se encuentran como codominantes acompañados de "torote" "lomboi" o "palo adán", constituyendo en cierta forma comunidades transicionales con el matorral xerófilo.

Bosque de pino-encino. Bajo esta denominación se agrupan a todas aquellas comunidades de porte arbóreo, perennifolias, cuyos dominantes son el "pino" *Pinus cembroides* var. *lagunae*, el "encino negro" *Quercus devia*, y el "roble" *Q. tuberculata*.

El bosque de pino-encino representa la unidad de vegetación más ampliamente distribuida arriba de los 1,400 m de altitud desarrollándose en la zona que corresponde a la de las laderas serranas altas. Las temperaturas medias anuales reportadas para la zona oscilan entre los 12 y los 18°C, con presencia de heladas todos los años y una variación en la precipitación entre 600 y 760 mm anuales; por lo que a esta zona corresponde la máxima precipitación pluvial del Estado de Baja California Sur y los climas más frescos. El bosque de pino-encino se desarrolla en suelos someros o de profundidad media, textura arenosa, ligeramente ácidos, con escaso contenido de materia orgánica y de coloración generalmente café, amarillenta o rojiza.

En cuanto a su estructura (Fig. 3), estas comunidades presentan uno o dos estratos arbóreos de 15 a 25 m de altura. Entre las especies que caracterizan los estratos superiores se encuentran: *Pinus cembroides* var. *lagunae* "pino piñonero", *Quercus devia* "encino negro", *Arbutus peninsularis* "madroño" y *Quercus tu-*

berculata. En las zonas más protegidas es posible observar elementos de *Prunus* sp., “cerezo” y en mucho menor proporción individuos de *Ilex* sp.

El estrato medio presenta un desarrollo variable y una altura de 1 a 1.5 m, siendo las especies más frecuentes: *Calliandra peninsularis*, *Mimosa xantii* “celosa”, *Verbesina* sp., y *Dalea* sp. El estrato inferior presenta una altura promedio de 50 cm. encontrándose entre las especies más frecuentes *Muhlenbergia* spp., *Panicum* sp., *Castilleja bryantii*, *Lobelia laxiflora*, *Tagetes lacera*. Asimismo, es frecuente encontrar comunidades más o menos extensas en las que se presenta un bosque abierto, resaltando la presencia de un matorral inerme principalmente de *Dodonea viscosa* o un pastizal de *Muhlenbergia* spp. y *Aristida* spp.

Bosque de encino. Esta unidad comprende las comunidades de porte arbóreo en donde se observa una franca dominancia de encinos; tanto las caracterizadas por *Quercus tuberculata* “encino roble” como en las que la especie dominante es *Quercus devia* “encino negro”, o los encinares caducifolios de *Quercus* sp., “encino laurel”.

El bosque de encino se desarrolla entre 1,000 y 1,600 m de altitud en la zona de las laderas altas, constituyendo un piso altitudinal entre los bosques de pino-encino y la selva baja caducifolia.

Si bien no existen datos climáticos precisos que permiten definir las condiciones al respecto que hacen posible el desarrollo de los encinares en la región, puede establecerse que su distribución se presenta entre las isoyetas de 500 y 600 mm y la temperatura media anual es de alrededor de 20°C. El bosque de encino se desarrolla en suelos de profundidad media, de textura arenosa, ligeramente ácidos, con escaso contenido de materia orgánica y coloración amarillenta o rojiza.

Estructuralmente, estas comunidades presentan un estrato arbóreo de 10 a 20 m, en el que las especies más frecuentes son: *Quercus tuberculata* “encino roble”, *Q. devia* “encino negro”, *Quercus* sp. “encino laurel”, *Q. arizonica*; acompañados de individuos aislados de *Arbutus*, *Prunus* y *Heteromeles* en las zonas más protegidas o cercanas al bosque de pino-encino, y de *Erythrina* y *Lysiloma* en las zonas más expuestas o de transición con la selva baja caducifolia.

El estrato medio de alrededor de 1 m de altura, aunque en algunas zonas perturbadas alcanza hasta 3 m, se encuentra francamente dominado por el “guayabillo” *Dodonea viscosa*, acompañada de la “bebelama” *Bumelia peninsularis*, la “lengua de buey” *Buddleia crotonoides*, *Randia megacarpa* “papache” y *Nolina beldingii* “sotol”.

El estrato inferior puede o no presentarse, principalmente en función del grado de deterioro del sitio. Cuando aparece tiene una altura promedio de 50 cm y son frecuentes varias especies de *Muhlenbergia* spp. y *Aristida* spp., así como *Mimosa* sp., *Opuntia* spp. y *Croton* sp.

Bosque de pino. Por arriba de la cota altitudinal de los 1,700 m, es posible encontrar comunidades en las que el elemento arbóreo dominante es claramente *Pinus cembroides* var. *lagunae*, “pino piñonero”. Esta condición es particularmente evidente alrededor de los valles intermontanos de la parte alta de la Sierra, en

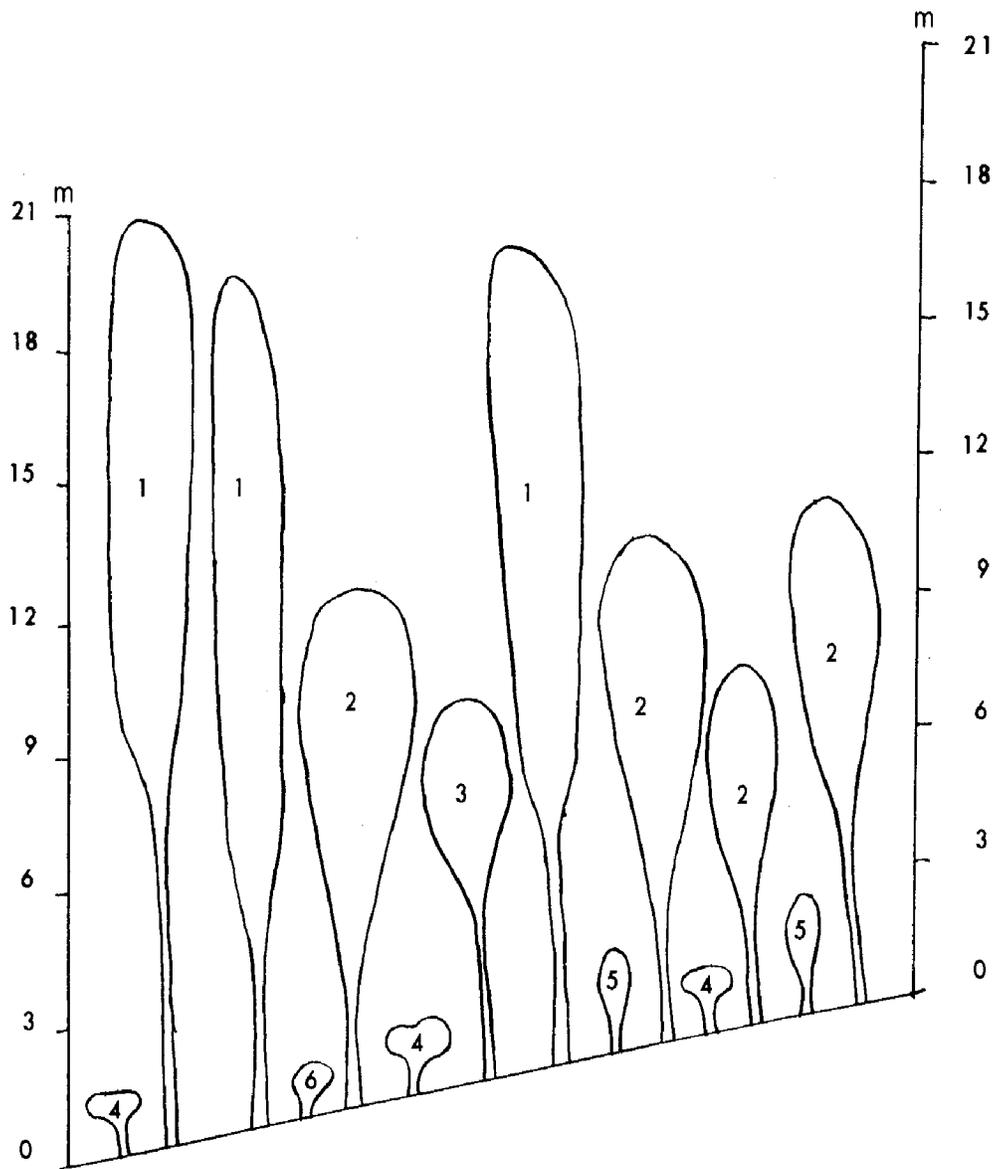


Figura 3. Perfil esquemático de una comunidad de bosque de pino-encino, 2 km al SE de La Laguna: 1. *Pinus cembroides*. 2. *Quercus devia*. 3. *Arbutus peninsularis*. 4. *Calliandra* sp. 5. *Dodonaea viscosa*. 6. *Mimosa* sp.

donde la precipitación anual es superior a los 700 mm y la temperatura media anual de alrededor de 14.5°C, si bien se desarrollan también en suelos someros de pendientes pronunciadas hasta aproximadamente los 1,860 m de altitud.

El bosque de pino presenta característicamente dos estratos perfectamente diferenciados, uno arbóreo de 15-18 m de altura en promedio, aunque algunos elementos alcanzan los 25 m y uno herbáceo de 50 cm, constituido fundamentalmente por *Muhlenbergia* spp., *Festuca* spp. y *Bouteloua* spp.

Matorral xerófilo. Se incluye bajo esta denominación a las comunidades de porte arbustivo o subarbóreo que se desarrollan fundamentalmente en la zona de las mesas, en las localidades más cercanas a ambas costas, pero que se encuentran con mayor frecuencia hacia la franja costera oriental. Se trata de comunidades de cobertura variable entre un 15 y 50% de la superficie del suelo, que se desarrollan por debajo de los 300 m de altitud en las zonas más cálidas, con una temperatura media anual superior a los 22°C y una precipitación anual menor de 400 mm.

El matorral xerófilo se desarrolla en suelos profundos, de textura arenosa, pH ácido, pobres en materia orgánica y de colores claros. En su mayoría califican como regosoles y en mucho menor proporción como fluvisoles o xerosoles.

Fisonómica y florísticamente se encuentran emparentados con el "matorral sarcocaulé" descrito para la costa de Sonora por Shreve (1951) y Shreve y Wiggins (1954), pero frecuentemente presentan elementos de la selva baja caducifolia. Si bien existe alguna controversia sobre si las comunidades aquí descritas corresponden realmente al matorral xerófilo, en este trabajo se decidió distinguirlas como unidades independientes de las anteriormente descritas, debido a su abundancia en los elementos xerófilos y a que la fotointerpretación permite su diferenciación, aunque con algunas limitaciones para la delimitación de la selva baja caducifolia, debido a la escala de las fotografías aéreas. Estructuralmente estas comunidades presentan tres estratos, uno superior de 3 a 4 m de altura, uno medio de 1 a 1.5 m de altura y uno inferior de 50 cm de altura en promedio (Fig. 4).

En el estrato superior, las especies más frecuentes son: *Fouquieria diguetii* "palo adán", *Bursera microphylla* "torote", *Cercidium* spp., "palo verde", *Jatropha cinerea* "lomboi blanco", *Olneya tesota* "palo de fierro", *Lysiloma di-*

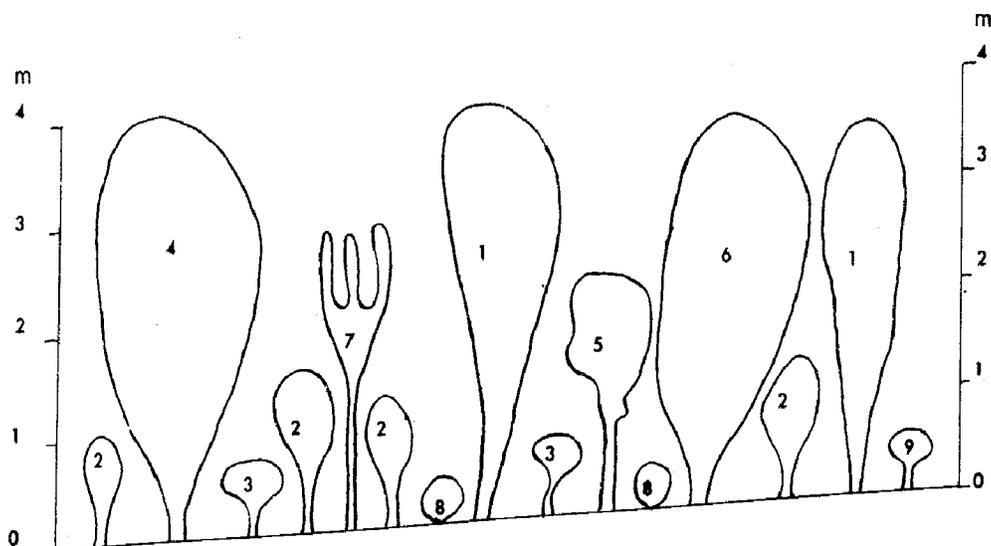


Figura 4. Perfil esquemático de una comunidad de matorral xerófilo, 1 km al SE del rancho La Reforma: 1. *Fouquieria diguetii*. 2. *Jatropha cinerea*. 3. *Opuntia cholla*. 4. *Bursera microphylla*. 5. *Cercidium* spp. 6. *Olneya tesota*. 7. *Stenocereus thurberii*. 8. *Cnidoscolus angustidens*. 9. *Lippia palmeri*.

varicata "mauto", *Pithecellobium* spp., y *Stenocereus thuberii*. En el estrato medio, las especies más frecuentes son: *Ambrosia ambrosioides*, *Jatropha cinerea*, *Viguiera* spp., *Opuntia cholla*, *Simmondsia chinensis* y *Yucca* sp. El estrato inferior presenta un desarrollo variable, siendo las especies más comunes: *Cnidoscolus angustidens*, *Calliandra* sp., *Lippia palmeri* "orégano", *Opuntia* spp., *Machaerocereus gummosus* y *Ferocactus* spp.

Pastizal. Esta unidad de vegetación es la de menor extensión en la Sierra de La Laguna, limitándose su presencia a los pequeños valles intermontanos de la porción superior de la serranía, siendo los más importantes el de La Laguna y el de La Chuparrosa. El factor ecológico que determina de manera evidente el desarrollo de estas comunidades es la deficiencia de drenaje, que ocasiona que la concentración de sales en el suelo sea mayor que en las zonas circundantes, y que el nivel freático se mantenga elevado.

La vegetación presenta un solo estrato de entre 10 y 30 cm de altura cuyos principales componentes son: *Plantago linearis*, *Bouteloua hirsuta*, *Muhlenbergia repens*, *M. texana*, *Lepechinia astata*, *Alchemilla aphanoides*, *Aristida schiediana*, *Commelina coelestis*.

Comunidades vegetales de origen secundario. Mención aparte merecen otros tipos de comunidades vegetales, que se desarrollan como conssecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria debido a las actividades humanas. En el área de estudio, los principales factores de deterioro ambiental son la ganadería extensiva, que afecta principalmente a la selva baja caducifolia y al matorral xerófilo, así como los incendios que afectan principalmente a los bosques. La tala no parece ser un factor de deterioro importante y el efecto de la extracción de leña no es del todo claro.

Los límites exactos de este tipo de comunidades son difíciles de establecer, debido a que en la mayoría de los casos se trata de condiciones en las que los elementos dominantes corresponden a especies que se encuentran formando parte de la composición florística natural de las comunidades primarias, pero cuyo desarrollo se ve favorecido por la perturbación. Las principales comunidades que puede considerarse que tienen un carácter secundario en la zona son: los matorrales más o menos puros de *Dodonaea*, *Baccharis*, *Mimosa* y *Calliandra*, los pastizales inducidos de *Bouteloua*, *Aristida* y *Muhlenbergia*, y las comunidades de *Opuntia* y *Cnidoscolus*.

Si bien estas comunidades pueden representar a etapas serales de la condición climax, un elemento que hace dudar al respecto es la frecuencia con la que en ellas se presenta un solo estrato; constituido casi exclusivamente por una especie, así como la existencia de signos de erosión en el área que ocupan.

Discusión

La revisión del mapa de vegetación elaborado, permite percibir que en áreas relativamente extensas se aprecia la existencia de erosión. El esclarecimiento sobre la magnitud actual de los procesos erosivos en la zona, se vio obstaculizado por el

hecho de que los materiales fotográficos fueron obtenidos en el año de 1978, lo que impide definir con exactitud su grado de desarrollo. El criterio seguido a este respecto, fue el de dar por hecho el avance de la erosión en aquellas zonas que para esa fecha mostraron indicios de pérdida de suelo.

Por otro lado, el mapa no muestra, debido a las limitaciones de escala, comunidades que ocupan un área relativamente pequeña, tal es el caso de los palmares de *Erythea* spp., así como de la vegetación de galería caracterizada por *Populus* y *Salix*, y de la vegetación de las playas alrededor de las escorrentías en las que dominan *Ambrosia* spp. y *Baccharis* spp.

Conclusiones

La cubierta vegetal de la Sierra de la La Laguna tiene un gran interés científico, debido al estado relativamente elevado de conservación en que se encuentra y a la falta de un conocimiento profundo acerca de su composición florística y faunística, así como de su comportamiento ecológico. Asimismo, el hecho de que la Sierra de La Laguna reciba aproximadamente, el mayor volumen de la precipitación pluvial del Estado de Baja California Sur y de que en ella se desarrollen los únicos bosques de coníferas, hace que la zona constituya el sistema más importante de recarga de acuíferos de esta región del país.

Su estudio y su conservación son, debido a lo expuesto hasta aquí, de trascendental importancia para el desarrollo económico de Baja California Sur. El establecimiento de una área de Reserva de la Biósfera se encuentra ampliamente justificado.

Particular atención merecen las áreas perturbadas o francamente desprovistas de vegetación, debido a que la relativa fragilidad que presenta las hace susceptibles a crecer aún más, con la consecuente pérdida de ecosistemas que alteraría el equilibrio ecológico de toda la Región del Cabo de Baja California.

El plan de manejo de esta área deberá contemplar la restauración de las áreas deforestadas, el establecimiento de medidas para el control de la erosión, el aprovechamiento del piñon, así como el control de la ganadería y la extracción de leña. Asimismo, la región comprende una gran cantidad de especies cuyo potencial de uso aún no ha sido lo suficientemente evaluado, por lo que se requieren estudios al respecto, al igual que de investigaciones que permitan la caracterización de las asociaciones vegetales existentes y el conocimiento acerca de su dinámica. Solo a partir de estos estudios será posible establecer las normas de uso de los recursos naturales.

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento a las personas que de una u otra forma hicieron posible el desarrollo de este estudio. Particularmente al Dr. Alfredo Ortega Rubio, quien gracias a su invitación y estímulo constante permitió su realización, al M.C. José Luis León de la Luz por proporcionar desinteresadamente los amplios conocimientos que posee sobre el área de estudios, sin sus orientaciones habría sido imposible

la elaboración del mapa de vegetación objeto de este estudio, al Biólogo Rafael Robles de Benito por su revisión del texto y al Arq. Alejandro Díaz Camacho quien me brindó las facilidades necesarias para participar en este trabajo.

Literatura citada

- Brandege, T.S. 1891. Flora of the Cape Region of Baja California, *Proceedings of the California Academy of Sciences*. Ser. 11 3: 108-182.
- Brandege, T.S. 1892a. Additions to the Flora of the Cape Region of Baja California. *Proceedings of the California Academy of Sciences* Ser. 11 3: 218-227.
- Brandege, T.S. 1892b. The Distribution of the Flora of the Cape Region of Baja California. *Zoe* 3: pp. 223-231.
- Brandege, T.S. 1894. Additions to the Flora of the Cape Region of Baja California. II. *Zoe* 4: 398-408.
- Christian, C.S. and G.A. Stewart. 1968. Methodology of integrated surveys. Aerial surveys and interpreted studies, p. 233-280. In: *Proc. UNESCO Conf. Principles Methods Integrating Aerial Studies Nat. Res. Potential Develop.*, Toulouse.
- Goldman, E.A. 1916. Plant records of an expedition to Lower California. *Contributions from the United States National Herbarium* 16: 309-389.
- Kuchler, A.W. 1967. *Vegetation Mapping*. The Ronald Press Co. USA. 472 pp.
- Nelson, E.W. 1921. Lower California and its Natural Resources. *Memories of National Academy of Sciences* 16: 1-194.
- Shreve, F. 1937. The Vegetation of the Cape Region of the Baja California. *Madroño* 4: 105-113.
- Shreve, F. 1951. Vegetation of the Sonoran Desert. *Carnegie Institute Washington Publications*. 591: 1-192.
- Shreve, F. and I.L. Wiggins. 1964. *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*. 2 Vols. Stanford University Press. 1740 pp.
- Villa Salas, A.B. 1968. *La Vegetación Forestal en el Extremo Meridional de Baja California Sur*. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. Publ. No. 10: 20 pp.
- Wiggins, I.L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. USA. 1025 pp.

CAPÍTULO 7

ASPECTOS FLORÍSTICOS

*José Luis León de la Luz, Raymundo Domínguez Cadena
y Rocío Coria Benet*

Resumen

Se presentan avances de un estudio sobre la flora de la Sierra. En la parte más elevada de la misma se desarrolla una comunidad boscosa, rodeada y aislada de otras similares por vastas regiones áridas. Dicha comunidad se compone de un bosque de pino y encino, bajo el cual se desarrolla un encinar, a la fecha se han determinado 224 especies de plantas vasculares en ésta. Una vegetación riparia se localiza en el fondo de las cañadas y cañones a altitudes medias. Bajo el encinar se ubica la selva baja caducifolia, que representa la única comunidad francamente tropical en la Península; mayores esfuerzos deben implementarse para completar la participación florística de esta última comunidad, a la fecha se han determinado 223 especies.

Presumiblemente, este conjunto vegetacional permite en gran medida la recarga de acuíferos en una de las zonas más áridas del país; aunado a este carácter de primer orden, debido a su particular historia natural, las comunidades han desarrollado una considerable proporción de endemismos. Se encuentra en marcha una propuesta para decretar a la Sierra como una superficie más del sistema mundial de áreas ecológicas protegidas.

Abstract

Advances on a study of the Sierra's flora are herein presented. On the highest hills of this range a woodland community has evolved. Other similar ones are found hundreds of kilometers away. Such plant communities are composed of an oak-pine and oak woodland. Presently, 224 species of vascular plants have been identified. A riparian community is located at the bottom of brooks and canyons at medium elevations. Below, the tropical deciduous forest occupies a great surface;

this represents the only community with a true tropical character in all the Peninsula, at present 223 species have been well determined. The vegetation allows the recharge of aquifers in the lowlands of one of the most arid states of Mexico. Assembled to this late character, the communities have developed a great number of endemisms due to the particular geologic history of the Sierra. A proposition has been presented to decree this as an area for preservation.

Introducción

El sistema montañoso del sur del Estado de Baja California Sur forma parte de una área biogeográfica conocida ampliamente como Región del Cabo de Baja California, aún no bien caracterizada formalmente desde el punto de vista biológico. Durante la mayor parte del año, el aspecto del paisaje en esta región va acorde al general del árido territorio peninsular; no obstante, posterior a temporadas benignas de lluvia, el área exhibe un aspecto más bien tropical, el cual es el carácter distintivo de la misma con el resto de las comunidades vegetales del desierto sonorenses con las que limita. Apoyando esta evidencia fisionómica, existen numerosas taxa cuya distribución comprenden superficies de latitud y tipos de vegetación francamente tropicales.

Las mayores elevaciones de la Sierra albergan una comunidad boscosa, cuyos componentes presentan estrechas relaciones con la vegetación montañosa de México continental y del sur de California, de las cuales se encuentra aislada por varios cientos de kilómetros por medio de diferentes barreras, como el Golfo de California y las comunidades xerófitas. Una de las más inmediatas impresiones que un observador recibe al aproximarse a esta serranía, es lo abrupto de sus declives. Debido a la fragilidad del material parental que la compone, el cual tiende a ser relativamente deleznable, y a la naturaleza del clima al que ha sido sometido (cálido, seco y tempestuoso), los procesos erosivos le han conformado una espectacular topografía. Esta serranía, cuyas cimas logran alcanzar 2,200 m, parecen emerger de una vasta superficie, de escasa elevación, de mesas, lomeríos y arroyos, situados en su base.

Estas montañas presentan una amplia importancia para el Estado de Baja California Sur, considerado como el más árido del país. Baste reflexionar que alrededor del 80% de su población se asienta en un radio de no más de 90 km de éstas.

El elenco florístico que compone las diferentes asociaciones y comunidades vegetales de la Sierra de La Laguna participan con primacía en la captación y almacenamiento en el suelo de la humedad incidente. Los mayores niveles de precipitación pluvial de todo el Estado se registran sobre esta superficie. Aunado a esta importante cualidad, la serranía exhibe también un extenso interés científico, dada su condición de auténtica "isla biológica" ya que su particular historia natural ha permitido el desarrollo de numerosas formas endémicas, sobre todo en la comunidad del bosque de pino y encino. De este modo, su flora y fauna han ofrecido a numerosos biólogos material de estudio de primer orden.

Ambas condiciones, la práctica y la biológica, se conjugan idealmente para incentivar a biólogos y administradores en la formación de una área de reserva en ella, la cual permita su preservación en el futuro, así como el rendimiento de utilidades de variado origen que una población en expansión demanda.

El objetivo de la presente exposición consiste fundamentalmente en presentar los avances logrados en la investigación de la composición florística de las comunidades vegetales existentes en esta serranía: el bosque de pino y encino, el bosque de encinos y la selva baja caducifolia. Esta última comunidad se encuentra todavía en proceso de trabajo, ya que su diversidad y riqueza florística son más amplias que las primeras. A la vez, llamar la atención a la comunidad de biólogos nacionales sobre la existencia de esta remota e interesante área del país.

Antecedentes

Historia natural. Sin lugar a dudas, es durante las últimas fases del Pleistoceno cuando se presentaron las condiciones ambientales que permitieron a la biota actual ubicarse, aproximadamente, en las áreas en donde hoy se encuentra. Este periodo se caracterizó por sus amplias fluctuaciones climáticas, cuyo principal efecto consistió en retraer la vegetación de filiación tropical, entonces existente en latitudes tan septentrionales como el este de Estados Unidos (Sharp, 1951) hasta Centroamérica, en respuesta a la acción de los periodos frío-húmedos y frío-secos que Toledo (1976) infiere que en general existían para la mayor parte de la República Mexicana, apoyándose en consideraciones de varios autores. La distribución original pudo recuperarse durante los periodos cálidos, secos y húmedos, pero sin llegar a sus latitudes de origen. Tales fluctuaciones han quedado manifiestas en ciertas áreas actualmente tropicales, en varios puntos del país, en donde es posible encontrar unidades de vegetación de claro origen norteamericano (Graham, 1973).

En gran proporción, la incipiente península de Baja California debió haber contenido unidades de vegetación de afinidad neotropical, una prueba la aportan los registros de Hubbs y Roder (1971) sobre paleotemperaturas y fósiles marinos en ambas costas de la Península, que indican la presencia de corrientes "frías" por el Pacífico desde hace sólo unos 2,500 años, ya que anteriormente prevalecían las "cálidas", que debieron favorecer niveles altos de precipitación pluvial, de tipo tropical, y por ende una vegetación correspondiente a esas condiciones. Axelrod (1979), cita una secuencia vegetacional para la superficie peninsular del desierto sonorense en los últimos 70 millones de años, la cual comprende desde sabanas a semidesiertos; insertos bosques templados, bosques secos, bosques esclerófilos, bosques espinosos, y algunos tipos de chaparral.

La Sierra de La Laguna, debido a su altitud sobre el nivel del mar, debió estar en concordancia con un clima más fresco y húmedo en relación con el ambiente de los tipos de vegetación mencionados. Al retraerse la vegetación pristina, de filiación tropical, la norteña substituyente encontró sobre la serranía condiciones ecológicas adecuadas para su existencia, de esta manera se ha desarrollado en ese

sitio hasta nuestros días, constituyéndose ante todo como una "isla biológica" (Durham y Allison, 1960).

Colecciones botánicas en el área. Si bien la Península ha sido, en términos generales, bien explorada biológicamente, su extremo meridional solo lo está en parte. Los mayores esfuerzos ejercidos en la colección y descripción de los componentes de las comunidades vegetales de Baja California han sido canalizados hacia las subprovincias que conforman el desierto sonorense, el cual ocupa la mayor proporción de la superficie peninsular. Este hecho fue, sin duda, derivado del interés de botánicos norteamericanos por explorar la extensión en territorio mexicano de las áreas desérticas de Arizona y California, de modo de conocerlas más integralmente.

El trabajo de varias décadas se culminó con la edición de la monumental obra de Shreve y Wiggins (1964) sobre la composición florística desértica de Baja California. Más tarde, Wiggins (1980) pretende cubrir la totalidad de la flora peninsular, incluyendo las colecciones poco intensivas y sistemáticas realizadas en la Región del Cabo, y en particular en el área de la Sierra de La Laguna. A estas deben añadirse obras que particularizan sobre grupos vegetales, como las de Gould y Moran (1981) y Bravo (1978), sobre gramíneas y cactáceas de Baja California, respectivamente; éstas incluyen de manera aceptable los componentes correspondientes a la Sierra de La Laguna.

A pesar de lo expuesto, los primeros esfuerzos de colecta y descripción de vegetales en Baja California fueron desplegados en el extremo meridional de la misma. Notables botánicos participaron en el "descubrimiento" de esta región (y de la Península en general), entre estos pueden citarse a G. Bentham, J. Xanthus, A. Gray y E. Palmer. En la última década del siglo XIX, T.S. Brandegee realizó la hasta ahora mejor labor botánica en la región (Brandegee, 1891; 1892a; 1892b; 1894). Más tarde, Goldman (1916) y Nelson (1921) redituaron también valiosa información. Recientemente Gilmartin y Neighbours (1978) trabajaron activamente en nuestra área de interés, pero sin llevar a término sus propósitos. De los trabajos nacionales, sólo existe el de Villa-Salas (1968), el cual delimitó algunas asociaciones vegetales en la Sierra de La Laguna, cuya validez actual es cuestionable.

Materiales y métodos

La Sierra de La Laguna se encuentra ubicada bajo la línea del trópico de Cáncer, y comprende desde aproximadamente los 23° 24' a 23° 38' de latitud norte y 109° 50' a 110° 04' de longitud oeste.

La Sierra está constituida por dos tipos de vegetación bien definidas; la parte superior ocupada por un bosque de pino piñonero y encinos, o bosque de pino-encino, las estribaciones por una vegetación que concuerda con las descripciones dadas para la selva baja caducifolia (Miranda y Hernández X., 1963) o bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978). Entre ambos tipos se desarrolla una franja de vegetación bien definida, compuesta por un encinar que marca la transición entre los dos mencionados (Fig. 1).

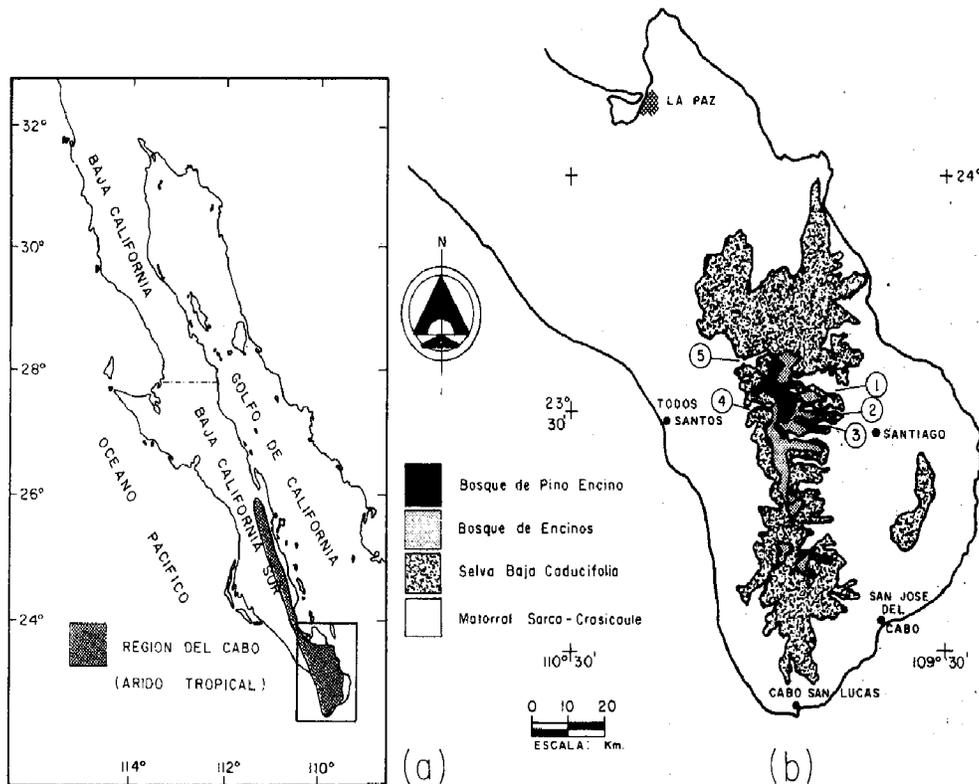


Figura 1. Ubicación del área de estudio: (a) Localización dentro de la península de Baja California. (b) Localización de la Sierra de La Laguna formada por 5 cañones: 1. San Dionisio, 2. La Zorra, 3. San Jorge, 4. La Burrera, y 5. Las Pilitas. Se señalan los tipos de vegetación descritos, de acuerdo con la carta DETENAL (Ver texto).

Las actividades de colección e identificación del material vegetal vascular en esta Sierra se han venido ejerciendo desde 1984. Los mayores esfuerzos han sido encauzados hacia el bosque de pino y encino, así como hacia el encinar. Se han efectuado 12 estancias de trabajo en las diferentes estaciones del año, para un total de 50 días efectivos de labor; en estos se ha recorrido la mayor parte de la superficie de esta comunidad. Para la selva baja caducifolia, típicamente distribuida en los cañones de la Sierra, el trabajo ha sido llevado de manera más pausada, habiéndose efectuado 10 jornadas de colecta para 36 días en el campo.

Las obras básicas consultadas para el trabajo de identificación son: Shreve y Wiggins (1964), Wiggins (1980), Gould y Moran (1981), Standley (1920-1924) y Brandegee (1981). Algunos listados como: Peters (1951), y Johnson (1947). Otras obras auxiliares son: Bravo (1978), Munz y Keck (1968), Rzedowski y McVaugh (1966) y Gentry (1942). Una buena parte de la identificación del material ha sido determinado en colecciones de herbario, entre los cuales destacan el Herbario Universitario de la Universidad de California Berkeley (UC), el Dudley-Academia de Ciencias de California (CAS), y el Tracy de la Universidad de Texas A & M; dentro del país, el Herbario Nacional MEXU de la UNAM y el ENCB del IPN.

Resultados

A continuación se presentan los avances logrados en la descripción de plantas vasculares de esta serranía; en sus tres comunidades: El bosque de pino-encino, el bosque de encino y la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio. Como ha sido oportunamente citado, tanto en el bosque de pino-encino como en el encinar se han invertido los mayores esfuerzos. El anexo 1 exhibe 224 especies hasta ahora encontradas. Para ambas comunidades se describen a continuación las asociaciones fisonómico-florísticas diferenciadas. Para la selva baja caducifolia se presentan las especies que la caracterizan, sobre todo especies arbóreas y arbustivas.

Bosque de pino y encino. Esta comunidad se ubica sobre las mayores altitudes de la sierra; en la vertiente del Pacífico aparece desde los 1,500 m, mientras que por la del Golfo de California desde los 1,400 m. En ambos casos esta distribución corresponde a las laderas expuestas al norte (con mayor protección de la radiación solar que las expuestas al sur). Esta diferencia puede ser atribuida tanto al grado de las pendientes en cada una de las vertientes, la del Pacífico más escarpada, lo cual repercute en los niveles de retención de humedad en el suelo ante el efecto gravitacional; de este modo, en las menos pronunciadas existe mayor disponibilidad de agua edáfica, y por ende es posible encontrar a esta comunidad a una menor altitud. La estrechez de los cañones influye también en la retención de la humedad ambiental y edáfica; los más anchos exhiben menor vegetación arbórea aún en sus laderas de exposición al norte, debido a la acción desecante del viento, que bajo estas condiciones presenta una mayor circulación y movimiento.

El bosque se encuentra tipificado por la asociación de los dominantes fisonómicos siguientes: *Quercus devia* (encino negro), *Pinus lagunae* (pino piñonero), *Arbutus peninsularis* (madroño), y *Nolina beltingii* (sotol). La proporción de estas especies varía de acuerdo a las asociaciones que a continuación se describirán. La siguiente es una descripción de las asociaciones fisonómico-florísticas que se han diferenciado.

1. Los valles. Son áreas de escasa pendiente, abiertas, dominadas por especies herbáceas anuales y perennes. Los valles son poco numerosos, el más amplio es conocido como La Laguna, el cual comprende unas 250 ha. Se sitúa a 1,810 m; García (1973) anota, aunque con reservas, una precipitación anual de 760 mm y una temperatura media anual de 14.5°C. Información sobre el clima de ésta y el resto de las comunidades se exponen en otro capítulo de esta obra.

A este valle debe su nombre la serranía, existe la hipótesis de que en un pasado reciente el mismo estuvo ocupado por un cuerpo de agua; lo más probable es que lo haya estado temporalmente y solo de manera superficial, permitiendo el desarrollo de vegetación hidrófita. Un análisis palinológico de los sedimentos del suelo arrojaría valiosos datos paleobotánicos de validez para una amplia región.

A este valle confluyen varios arroyos provenientes de las montañas que lo bordean que aunque intermitentes, presentan agua todo el año, los arroyos se unen y drenan hacia el noreste.

Otro valle de importancia lo constituye La Chuparrosa aunque de solo unas 5

ha de extensión, éste se ubica a unos 1,750 m de elevación; uno más es conocido como La Cieneguita, ubicado en las proximidades de La Laguna.

Es notable que bordeando a estos valles se ubique una asociación casi pura de pino piñonero, en donde algunos de estos individuos alcanzan hasta 25 m de altura (en el resto de las comunidades su altura eventualmente sobrepasa los 15 m); posiblemente esto pueda atribuirse a la relativa alta humedad almacenada bajo esta condición topográfica.

La flora de los valles es diversa, indiscutiblemente en esta asociación es posible encontrar la mayor parte de las especies de la comunidad boscosa, y muchas de las especies endémicas y características del ecosistema. Dentro de los mismos valles es posible diferenciar dos tipos de hábitat, estos son:

a) *Arroyos permanentes e intermitentes*. Se encuentran dominados por gramíneas y herbáceas, perennes o arraigadas; la propagación y dispersión de estas especies es debida en gran medida a su capacidad de reproducción vegetativa. Entre las dominantes se encuentran:

Dicotiledóneas

Bacopa monieri
Epilobium glaberrima
Hydrocotyle umbellata
Lepidium virginicum
Mimulus guttatus
Nasturtium officinale
Polygonum punctatum
Podostemon ceratophyllum
Potamogeton foliosus

Monocotiledóneas

Aegopogon cenchroides
Agrostis exarata
Commelina dianthifolia
Cynodon dactylon
Digitaria sanguinalis
Eleocharis montevidensis
Lemna aequinoctialis
Paspalum vaginatum
Tinantia modesta

b) *Pradera*. Ubicada al margen de los arroyos, la diversidad de especies es amplia. Debido a la condición de exposición a la luz solar, es decir al efecto desecante de la misma, gran parte de las especies solo aparecen en respuesta a la precipitación pluvial. Entre las especies más comunes se distinguen:

Dicotiledóneas

Alchemilla aphanoides
Bidens aurea
Centaurium nudicaule
Cosmos parviflorus
Heterosperma xantii
Hypericum peninsulare
Lepechinia hastata
Oxalis albicans

Monocotiledóneas

Aristida schiediana
Bouteloua hirsuta
Commelina coelestis
Festuca octoflora
Lychurus phleoides
Microchloa kunthii
Muhlenbergia texana
Piptochaetium fimbriatum

Presumiblemente en este mismo hábitat, hace casi un siglo fue colectado el tipo de una pequeña compuesta anual, *Faxonia pusilla*, la cual corresponde a un género monotípico; a la fecha no ha sido posible encontrar ejemplares adicionales, siendo factible que se encuentre extinta.

2. Fondo de cañadas. Son hábitats en donde corre agua permanente o intermitentemente, estos presentan como caracteres distintivos una elevada humedad relativa en el ambiente y una baja luminosidad. En general, los componentes arbóreos son más robustos que en otros hábitats dentro de la misma Sierra. En estos sitios se encuentran algunas especies endémicas, o bien vicariantes con otros sistemas montañosos de México y Estados Unidos; entre las primeras se encuentran dos especies de *Ilex*, y entre las otras el “encino blanco” (*Quercus reticulata*), el “cerezo” (*Prunus serotina*), la “fresa” (*Fragaria mexicana*), y la “zarzamora” (*Rubus scolocaulon*), el “toyón” (*Heteromeles arbutifolia*), y una especie más de “encino” (*Q. arizonica*). Algunas especies características son:

Leñosas

Dalea trochilina
Garrya salicifolia
Ilex brandegeana
Ilex californica
Phyllanthus acuminatus
Rhus laurina
Ribes brandegeei
Styrax argenteus

Herbáceas

Arethusa rosea
Desmodium procumbens
Eragrostis orcuttiana
Galium uncinulatum
Lobelia laxiflora
Oxalis nudiflora
Thelypteris puberula
Tripsacum lanceolatum

3. El bosque propiamente. Es la unidad de vegetación mas amplia en la comunidad boscosa. Las especies dominantes fluctúan en densidad de un sitio a otro, dependiendo de varias condiciones, entre las que pueden diferenciarse: exposición de laderas, grado de inclinación de las pendientes, altitud, etapa sucesional del área.

Cabe mencionar que los incendios representan un importante papel en el desarrollo del bosque y de esta asociación en particular; prácticamente no hay sitio en la Sierra sin evidencias de su presencia. Faltan estudios que valoren su verdadera importancia dentro de la comunidad.

Esta asociación se encuentra compuesta básicamente por los 4 dominantes previamente citados, otras especies perennes son:

Calliandra peninsularis
Helianthemum glomeratum
Helianthus similis
Lepechinia hastata
Linanthus nuttalli

Mitracarpus schizangius
Perezia pinetorum
Porophyllum ochroleucum
Rumfordia connata
Verbesina pustulata

Dentro del estrato herbáceo, de anuales y perennes, los componentes se encuentran sujetos a una drástica sequía a través del periodo abril-julio; los perennes (que representan una amplia proporción de esta flora, ver anexo 1) han desarrollado estrategias adaptativas que les han permitido persistir en este ecosistema, sus principales adaptaciones consisten en presentar raíces bulbosas y tallos subterráneos. Entre las plantas comunes de este estrato se distinguen:

<i>Arracacia brandegeei</i>	<i>Malaxis soulei</i>
<i>Behria tenuiflora</i>	<i>Mitracarpus schizangius</i>
<i>Castilleja bryantii</i>	<i>Muhlenbergia rigida</i>
<i>Gibasis heterophylla</i>	<i>Panicum bulbosum</i>
<i>Helianthemum glomeratum</i>	<i>Piptochaetium fimbriatum</i>
<i>Heterotoma aurita</i>	<i>Stachys coccinea</i>
<i>Houstonia australis</i>	<i>Tagetes lacera</i>
<i>Lopezia clavata</i>	<i>Thalictrum peninsulare</i>

4. Otros tipos de asociaciones. Existen algunas asociaciones que se ubican en sitios con ciertas particularidades. De estos, el más común son las áreas abiertas, naturales o inducidas; esto es, aquellas que se encuentran en proceso de regeneración debido a la muerte y caída de árboles, y aquellas en las que el sustrato rocoso permite el desarrollo de formas específicas para esas condiciones. En las primeras encuentran condiciones adecuadas algunas especies provenientes de áreas más bajas como: *Acalypha comonduana*, *Heterosperma xantii*, *Quamoclit pinnata*, *Bernardia lagunensis* y *Buddleia crotonoides*; gramíneas comunes en estos sitios son *Muhlenbergia emersleyi* y *Rhynchelitrum repens*. En las áreas rocosas son características especies suculentas como: *Dudleya nubigena*, *D. rigida*, *Opuntia* sp., *Agave promontorii*, *A. capensis*, y *Myrtillocactus cochal*, en éstas se localiza *Morangaya pensilis*, género endémico monoespecífico.

Bosque de encinos. Esta comunidad se localiza por debajo del bosque de pino y encino, comprendiendo desde aproximadamente los 1,000 m de elevación. *Quercus tuberculata* (encino roble) caracteriza el estrato arbóreo, *Dodonaea viscosa* ("guayabillo") el arbustivo y *Heteropogon contortus* el herbáceo. Se trata de una comunidad con escasa cobertura vegetal, la cual no es muy rica desde el punto de vista florístico. El área comprendida se caracteriza por sus pronunciadas pendientes y su activa erosión; en sin duda, la comunidad más frágil de las que componen la serranía.

Acompañan al encino roble varias especies leñosas provenientes de la selva baja caducifolia, que si bien en estas alturas encuentran mejores niveles de humedad, se ven fuertemente limitadas por las relativas bajas temperaturas que aquí inciden. Entre estas especies son comunes: *Bursera microphylla* ("torote"), *Bumelia peninsularis* ("bebelama"), *Randia megacarpa* ("papache"), y *Erythrina flabelliformis* ("chilicote").

El estrato arbustivo se compone de: *Arracacia brandegeei*, *Mimosa xantii*, *Tephrosia cana*, *Bernardia lagunensis*, procedentes del bosque de pino y encino. Mientras que de la selva baja se integran: *Cnidoscopus angustidens*, *Croton* spp., *Indigofera fruticosa*, *Russelia retrorsa*, *Cryptantha* sp., *Acalypha comonduana*, *Buddleia crotonoides*, y *Jatropha vernicosa*.

Vegetación riparia. A lo largo de los cauces de los principales cañones, y cañadas subsidiarias, desde aproximadamente los 900 m de altitud hacia la desembocadura de aquéllos, por donde corre agua todo o la mayor parte del año, se ubica una comunidad caracterizada por el "gueribo", *Populus brandegeei* var. *glabra* y pal-

mares de *Erythea brandegeei* y *Washingtonia robusta*. Un encino endémico, *Quercus brandegeei* ("encino arroyero") ocupa las zonas más bajas de esta asociación. Las especies herbáceas están pobremente representadas, y proceden indistintamente de las otras asociaciones vegetales. El Anexo 1 muestra el listado florístico de las comunidades hasta ahora revisadas, en tal listado se anota, además de su denominación sistemática y vernácula, la forma de vida y el habitat respectivo de cada unidad taxonómica. Al final se resume la información precedente.

Selva Baja Caducifolia. Esta comunidad determina la presencia del elemento tropical en la península de Baja California. Se ubica en las laderas de los cañones y cañadas de la serranía, ocupando un rango altitudinal de aproximadamente 1,000 m hasta un poco más abajo de la desembocadura de aquéllos (unos 400 m), ocupando aproximadamente unas 200,000 ha.

Al igual que en el interior del país, la selva baja se desarrolla en áreas donde las heladas son prácticamente inexistentes (ver aspectos climáticos en esta misma obra). La vegetación consiste en un estrato arbóreo, decíduo durante la temporada de sequía (noviembre-diciembre y marzo-julio); un arbustivo, del cual pueden diferenciarse uno de ramas plagiotrópicas y otro de ortotrópicas, igualmente decíduos; y finalmente uno rasante, compuesto tanto por especies anuales o semiperennes. Este último presenta una gran variabilidad de un año a otro, ya que se encuentra estrechamente condicionado a la intensidad de las lluvias y a la competencia interespecífica por espacio vital.

Villa-Salas (1968) delimitó algunos subtipos de esta misma asociación considerando una área más amplia, sin embargo la antes señalada es la más exhuberante, cuya fisonomía está más acorde con las descripciones dadas para este tipo de vegetación por Miranda y Hernández X. (1963) y Rzedowski (1978); los otros subtipos corresponden a una comunidad árido tropical que no será revisada en esta descripción (Shreve, 1937).

Algunas especies caracterizan a la comunidad en referencia, de éstas destacan el "cardón barbón" *Pachycereus pecten-aboriginum*, el "cajalosucho" *Plumeria acutifolia*, el "chilicote" *Erythrina flabelliformis*, el "caribe" *Cnidocolus angustidens*, el "palo zorrillo" *Cassia emarginata*, el "palo chino" *Pithecellobium mexicanum*, el "datilillo" *Yucca* sp., y sobre todo el "mauto" *Lysiloma divaricata* que domina ampliamente esta comunidad vegetal en las laderas de los cañones. Del estrato arbóreo y arbustivo se distinguen:

<i>Albizia occidentalis</i>	<i>Haematoxylon brassiletto</i>
<i>Calliandra brandegeei</i>	<i>Jatropha vernicosa</i>
<i>Cassia emarginata</i>	<i>Lysiloma candida</i>
<i>Celtis reticulata</i>	<i>Mimosa brandegeei</i>
<i>Croton boregensis</i>	<i>Pithecellobium undulatum</i>
<i>Esenbeckia flava</i>	<i>Pisonia flavescens</i>
<i>Gochnatia arborescens</i>	<i>Sapium biloculare</i>

En los estratos bajos, las herbáceas perennes y subarbustos dominan ampliamente sobre las anuales. A lo largo de las corrientes de agua son

característicos los palmares ya descritos; otras especies aquí acompañantes son: *Amaranthus spinosus*, *Ambrosia ambrosioides*, *Aster spinosus*, *Baccharis glutinosa*, *B. sarathroides*, *Durantha repens*, *Heimia salicifolia*, e *Hymenoclea salsola*.

El estrato de las trepadoras merece una distinción especial, ya que durante la temporada húmeda éstas imprimen el sello típicamente tropical a esta comunidad, las mismas se encuentran en estado vegetativo la mayor parte del año. Algunas especies son:

<i>Antigonon leptopus</i>	<i>Matelea fruticosa</i>
<i>Bignonia unguis-cati</i>	<i>Merremia aurea</i>
<i>Cardiospermum corindum</i>	<i>Gouania rosei</i>
<i>Calonyction spp.</i>	<i>Nissolia setosa</i>
<i>Exogonium bracteatum</i>	<i>Serjania californica</i>
<i>Ibervillea sonora</i>	<i>Rhynchosia pyramidalis</i>

La selva baja contiene especies propias del matorral sarcocaulé y crasicaulé (desierto sonorensé) con el que limita, si bien éstas no logran ser fisonómicamente importantes. Aquí es posible distinguir: la "pitaya dulce" *Stenocereus thurberii*, el "lomboi blanco" *Jatropha cinerea*, algunos "palo verde" *Cercidium spp.*, "biznagas" *Ferocactus spp.*, el "torote" *Bursera microphylla*, y el "ciruelo" *Cyrtocarpa edulis*.

El Anexo 2 exhibe el listado florístico de la selva baja, éste comprende aproximadamente un 80% de su flora, varias especies son comunes con las comunidades boscosas y hasta con el matorral sarcocaulé, en el se anotan: nombre común, hábitat y si la unidad es endémica. Un cuadro resume tal información al final de la misma.

Discusión

En su estudio sobre la distribución de la flora de la Región del Cabo, Brandege (1982) reportó un total de 732 especies de plantas vasculares. De estas, 146 ubicó en las zonas montañosas (high elevations), puede inferirse que éstas corresponden mayoritariamente a la superficie que ocupa la Sierra de La Laguna; y 586 especies en lo que ahora se puede denominar como selva baja caducifolia, así como diversos tipos de matorral de afinidad árido-tropical (matorral sarcocaulé, crasicaulé, y sarco-crasicaulé), y posiblemente en algunas áreas pequeñas y aisladas del desierto sonorensé; esto es, debe tratarse de un área decenas de veces más amplia que la aquí referida. En su análisis, Brandege anota que solo 362 especies son compartidas con la vegetación peninsular y 494 con el resto de México; de 390 géneros que reconoció, 230 son monoespecíficos, cuatro de estos endémicos, finalmente consideró a 72 especies como exclusivas de la región (casi un 10% de la flora). Cabe señalar que las exploraciones botánicas en Sinaloa (región fisonómicamente similar a la del Cabo) son todavía muy pobres, y posiblemente de existir un estudio florístico adecuado, la proporción de endemismos pudiera abatirse.

Sin embargo, ahora en día las conclusiones de Brandege no pueden considerarse absolutas, prueba de ello son los resultados del presente trabajo; en el Anexo

se enlistan 224 especies de plantas vasculares tan solo para la comunidad del bosque de pino y encino de la Sierra de La Laguna, un 50% más de especies que las consideradas por Brandegee; por ejemplo, en el grupo de gramíneas se anotan 32 especies, mientras que Brandegee solo reportó 8. (Ver Anexo). Estas adiciones corresponden mayoritariamente a especies que también habitan otras áreas, y a las que deben añadirse algunas especies nuevas que están en proceso de revisión.

Con lo que respecta a la selva baja caducifolia, el trabajo hasta ahora desarrollado por los autores requiere de actividades de colección más intensas, hasta el momento se estima que tal actividad ha rendido alrededor de un 80% del total de las especies allí presentes. Esta comunidad parece ser una de las más ricas de las existentes en la Península, aún a pesar de sus dimensiones relativamente escasas, se estima poder llegar a determinar hasta 500 especies. Shreve (1937) considera interesante comparar florística y fitogeográficamente esta comunidad con aquella del norte de Sinaloa y sur de Sonora, ambas semejantes desde el punto de vista fisonómico, y con muchos taxa comunes.

El resto de los grupos vegetales de las comunidades que conforman esta serranía se encuentra prácticamente sin atención. La excepción corresponde a los musgos, grupo trabajado por Bowers *et al.* (1976), quienes concluyen que este grupo posee un bajo número de endemismos en la Península, y que las 55 especies encontradas en la comunidad boscosa de la serranía (de un total de 118 para Baja California) presentan mayores afinidades taxonómicas con México continental y América tropical, que con el norte del continente.

Del grupo de hongos, solo existen esfuerzos poco significativos por parte de la Universidad Autónoma de Baja California. Cabe anotar finalmente que el grupo de líquenes se encuentra totalmente olvidado, y su estudio promete buenos resultados a quien se ocupe de ellos.

Conclusiones

Las comunidades vegetales referidas han proporcionado desde hace casi tres siglos los requerimientos para un activo desarrollo ganadero en la región, lo cual representa el principal factor al cual podría atribuirse las posibles alteraciones en la distribución de los vegetales propios del área. Gilmartin y Neighbours (1978) en un análisis preeliminar sobre la flora de la Región del Cabo, señalan la presencia de numerosas especies que bien pueden considerarse de reciente introducción desde el macizo continental. No obstante lo anterior, la vegetación de las áreas referidas debe considerarse en buen estado de conservación, y en donde los aprovechamientos efectuados no han alterado hasta la fecha el equilibrio natural de las mismas de manera significativa. Existe también la gran posibilidad, y de hecho esto se maneja como una hipótesis de trabajo, de que una crítica revisión taxonómica del material de esta área bien puede rendir la descripción de nuevos taxa; sin embargo, esta actividad debe aguardar hasta que se cuente con una amplia colección de vegetales, incluyendo comunidades vecinas. El profundo conocimiento sistemático de la composición biótica contribuirá sustancialmente a

elucidar la interesante historia natural de la región en particular y de la Península en general.

Lo previo resalta la importancia que presentan estas comunidades vegetales tanto desde el punto de vista social y económico, como del puramente biológico.

Por todo lo anterior, la región de la Sierra de La Laguna justifica sobradamente su consideración como una área ecológica protegida, enmarcada en el programa mundial de Reservas de la Biósfera del MAB, y en la cual se trabaja activamente para alcanzar tales fines a un corto plazo.

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud a numerosas personas que de diversa manera han participado en el desarrollo de este trabajo, entre éstas se encuentran: MS. Annetta M. Carter, Dr. Stephen L. Hatch, Dr. Arturo Gómez-Pompa, Dr. Thomas Duncan, Biol. Ma. de la Luz Arreguín, y especialistas de los Herbarios MEXU, de la Universidad de California en Berkeley, y de la Academia de Ciencias de California. También al Dr. Alfredo Ortega Rubio, Director de la División de Biología Terrestre del CIB, por los estímulos a este trabajo.

Literatura citada

- Axelrod, D. I. 1979 Age and Origin of Sonoran Desert Vegetation. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, No. 132, 74 pp.
- Bowers, F. D.; Delgadillo, C.; Sharp, A.J. 1976 The Mosses of Baja California. *Journal of Hattori Botanical Laboratory* No. 40: 397-410
- Brandege, T.S. 1891 Flora of the Cape Region of Baja California. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. ser. ii. 3: 108-182
- Brandege, T.S. 1982a Additions to the Flora of the Cape Region of Baja California. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. ser. ii 3: 218-227
- Brandege, T.S. 1892b The Distribution of the Flora of the Cape Region of Baja California. *Zoe* 3: 223-231
- Brandege, T.S. 1894 Additions to the Flora of the Cape Region of Baja California, II. *Zoe* 4: 398-408
- Bravo-Hollis, H. 1978 *Cactáceas de México*, Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México, 2a Ed., 743 pp
- Durham, J.W. y E.C. Allison 1960 The Geologic History of Baja California and its Marine Fauna. *Systematic Zoology* 9: 47-91
- García, E. 1973 *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen*. Inst. de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 2a. Ed., 246 pp.
- Gentry, H.S. 1942 Rio Mayo Plants. *Carnegie Institution of Washington*, Publ. 527, 328 pp.
- Gilmartin, A.J. y M.L. Neighbours 1978 Flora of the Cape Region, Baja California Sur. *National Geographic Society, Research Reports 1969 Projects*: 219-225
- Gould, F.W. y R. Moran 1981 The Grasses of Baja California Mexico. *San Diego Society of Natural History, Memorie* 12: 140 pp.
- Goldman, E.A. 1916 Plan Records of an Expedition to Lower California. *Contributions*

- From the United States National Herbarium* 16: 309-389
- Graham, A. 1973 *History of the Arborecent Temperate Element in the Northern Latin-America Biota*. Elsevier Scientific Publishing Co.: 393 pp.
- Hubbs, C.L. y C.I. Roder 1971 Oceanography and Marine Life Along the Pacific Coast of Middle America, p. 143-186. *In: Handbook of Middle American Indians*. West Ed.
- Johnson, B.H. 1947 The Botany of the California Academy of Sciences, Expedition to Baja California in 1941. *The Wasmann Journal of Biology*. Vol. 16, No. 2: 217-315
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963 Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179
- Munz, P.A. y A.A. Keck. 1968 *A California Flora* (with supplement). University of California Press. 1845 pp.
- Nelson, E.W. 1921 Lower California and its Natural Resources. *Memories of the National Academy of Sciences* 16: 1-194
- Peters, R.E.K. 1951 *Native Woody Plants of the Cape Region*. Mecnografiado.
- Rzedowski, J. 1978 *Vegetación de México*. Editorial Limusa, 431 pp.
- Rzedowski, J. y R. McVaugh 1966 La Vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the Michigan Herbarium* 9, 1: 1-123
- Sharp, A.J. 1951 The Relation of the Eocene Wilcox Flora to some Modern Flora. *Evolution* 5: 1-5
- Shreve, F. 1937 The Vegetation of the Cape Region of Baja California. *Madroño* 4: 105-113
- Shreve, F. y I.L. Wiggins 1964 *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. 2 Vols. Stanford University Press, 1740 pp.
- Standley, P.C. 1920-1924 *Trees and Shrubs of Mexico*. Parts 1-5, United States Government Printing Office, Washington: 1721 pp.
- Toledo, V.M. 1976 *Los Cambios Climáticos del Pleistoceno y sus Efectos Sobre la Vegetación Tropical Cálida y Húmeda de México*. Tesis (M en C) UNAM. 73 pp.
- Villa Salas, A.B. 1968 *La Vegetación Forestal en el Extremo Meridional de Baja California*. Dirección General del Inventario Nacional Forestal, Publ. No. 10, 20 pp.
- Wiggins, I.L. 1980 *Flora of Baja California*. Stanford University Press, 1025 pp.

Anexo 1. Listado de especies de la flora vascular de las comunidades de bosque de pino-encino y bosque de encino en la Sierra de La Laguna, Baja California Sur, México.

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat			
		Va	FC	So	OAE
ACANTHACEAE					
<i>Dicliptera resupinata</i> (Vahl.) Juss.	Ab			x	x
AGAVACEAE					
<i>Agave aurea</i> Brandegee; "mezcal"	Sm			x	x
<i>Agave capensis</i> Gentry; "mezcal"	Sm				x
* <i>Agave promontorii</i> Trelease; "mezcal"	Sm			x	x
* <i>Nolina beldingii</i> Brandegee; "sotol"	Ab		x	x	x
AMARILLIDACEAE					
<i>Behria tenuiflora</i> Greene	Hp	x	x	x	x
ANACARDIACEAE					
<i>Rhus laurina</i> Nuttall; "lentisco"	Ab		x		
<i>Rhus schiediana</i> Schelecht subsp <i>tepetate</i> Young	Ab		x		
<i>Rhus radicans</i> L. var. <i>divaricata</i> (Greene) Fernald	Ab		x		
APIACEAE (Umbelliferae)					
* <i>Arracacia brandegeei</i> Coulter & Rose; "chuchupate"	Hp	x	x	x	x
<i>Hydrocotyle umbellata</i> L.	Hf	x			
AQUIFOLIACEAE					
* <i>Ilex brandegeana</i> Loes.; "palo extraño"	Ar		x		
* <i>Ilex californica</i> Brandegee; "manzanita"	Ar		x		
ARECACEAE (Palmae)					
<i>Washingtonia robusta</i> Wendll.; "palma"	Ar		x		
<i>Erythea brandegeei</i> Purpus; "palmilla"	Ar		x		
BRASSICACEAE					
<i>Lepidium virginicum</i> L.	An	x			
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.; "berro"	Hf	x			
BROMELIACEAE					
<i>Hechtia montana</i> Brandegee; "magueysito"	Hp				x

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat			
		Va	FC	So	OAE
CACTACEAE					
<i>*Mammillaria petrophylla</i> K. Brandegee	Si				x
<i>*Morangaya pensilis</i> (K. Brandegee) Rowley	Sm				x
<i>Myrtillocactus cochal</i> (Orcutt) Britt. & Rose	Sm				x
<i>*Opuntia lagunae</i> K. Brandegee; "tuna"	Sm	x			
CAMPANULACEAE					
<i>Heterotoma aurita</i> Brandegee;	An		x	x	x
<i>Lobelia laxiflora</i> HBK va. <i>angustifolia</i> A. DC.	Hp		x		
CARYOPHYLLACEAE					
<i>Drymaria glandulosa</i> Presl.	Hp	x		x	
<i>Paronychia mexicana</i> Hemsl. subsp. <i>monandra</i> (Brandegee) Chaudhri	Hp	x			
<i>Silene laciniata</i> subsp. <i>brandegeei</i> Hitch. & Mc-Guire	Hp	x			
<i>Stellaria nitens</i> Nutt. in Torr. & Gray	An	x	x	x	
<i>Arenaria lanuginosa</i> Rohrb. subsp. <i>saxosa</i> (A. Gray) Maguire	Hp	x			
CHENOPODIACEAE					
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.; "epazote" introducida	An	x	x		
CISTACEAE					
<i>Helianthemum glomeratum</i> Lag. ex DC.	Hp	x	x	x	x
COMMELINACEAE					
<i>Commelina coelestis</i> Wild.	Hp	x	x	x	x
<i>Commelina dianthifolia</i> Delile	Hp	x	x	x	x
<i>Gibasis heterophylla</i> (Brandegee) R. & H.	Hp		x	x	x
<i>*Tinantia modesta</i> Brandegee	An	x	x		
<i>*Tradescantia peninsularis</i> Brandegee	Hp			x	
COMPOSITAE (ASTERACEAE)					
<i>Bidens aurea</i> (Dryand) Sherff; "aceitilla"	An	x		x	x
<i>Bidens bigelovii</i> A. Gray var. <i>pueblensis</i> Sherff; "aceitilla"	An	x			x
<i>*Bidens nudata</i> Brandegee	Hp			x	x
<i>Brickellia peninsularis</i> Brandegee	Hp			x	x
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	An	x			x
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	An	x			x
<i>Conyza coulteri</i> A. Gray	An	x			
<i>Cosmos parviflorus</i> (Jacq.) Pers.	An	x			
<i>*Eupatorium purpusii</i> Brandegee var. <i>monticulum</i> Brandegee	Hp		x	x	x
<i>*Faxonia pusilla</i> Brandegee	An	x			
<i>Galinisoga ciliata</i> (Raf.) S.F. Blake	An	x			

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat			
		Va	FC	So	OAE
<i>Gnaphalium bicolor</i> Bioletti; "gordolobo"	Hp	x	x	x	x
<i>Gnaphalium purpureum</i> L.; "gordolobo"	Hp	x			x
* <i>Helianthus similis</i> (Brandege) Blake; "tacote"	Hp		x	x	x
<i>Heterosperma xantii</i> A. Gray	Hp			x	x
<i>Hieracium fendleri</i> Sch. Bip.	Hp	x	x		
* <i>Malacothrix carterae</i> Davis	Hp	x	x		
* <i>Perezia pinetorum</i> Brandege	Hp		x	x	
<i>Porophyllum ochroleucum</i> Rybd.; "hierba del venado"	Hp				x
* <i>Rumfordia connata</i> Brandege "tacote ceroso"	Hp		x	x	
<i>Stevia rhombifolia</i> H.B.K.	Hp			x	
* <i>Tagetes lacera</i> Brandege; "cempasúchil"	Hp		x	x	
<i>Tagetes micrantha</i> Cav., "anisillo"	An	x			✕
<i>Tagetes subulata</i> Cerv.	An			x	x
* <i>Verbesina postulata</i> M.E. Jones; "tacote chino"	Hp		x	x	x
<i>Carminatia tenuiflora</i> DC.	An			x	x
CONVOLVULACEAE					
<i>Quamoclit pinnata</i> Desr. Bojer	Th	x			x
<i>Quamoclit coccinea</i> (L.) Moench var. <i>coccinea</i>	Th	x		x	
<i>Ipomoea leptotoma</i> Torr.	Hp			x	
CRASSULACAE					
<i>Dudleya nubigena</i> (Brandege) Britton & Rose; "siempreviva"	Si				x
<i>Dudleya rigida</i> Rose	Si				x
CUCURBITACEAE					
<i>Cyclanthera tamnoides</i> Cogn.	Th		x	x	
CYPERACEAE					
* <i>Carex lagunensis</i> M.E. Jones	Hf	x	x		
<i>Carex occidentalis</i> Bailey	Hf	x	x		
<i>Carex spissa</i> Bailey	Hf	x	x		
<i>Cyperus arsenei</i> O'Neill & Benedic	Hf	x	x		
<i>Cyperus dipsaceus</i> Liebm.	Hf	x	x		
<i>Cyperus mutisii</i> (HBK) Griseb	Hf	x	x		
<i>Cyperus pallidicolor</i> (Kukent.) Tucker	Hp	x			
<i>Cyperus perennis</i> (M.E. Jones) O'Neill	Hp	x			
<i>Cyperus odoratus</i> L.	An	x			
<i>Eleocharis montevidensis</i> Kunt	Hf	x	x		
EQUISETACEAE					
<i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i> (Engelm.) Cald. & Taylor	Hf		x		

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat			
		Va	FC	So	OAE
ERICACEAE					
* <i>Arbutus peninsularis</i> Rose & Goldman; "madroño"	Ar		x	x	x
EUPHORBIACEAE					
<i>Acalypha comoduana</i> Millsp.	Ab		x		x
* <i>Bernardia lagunensis</i> (M.E. Jones) L. C. Wheeler	Ab				x
<i>Croton magdalenae</i> Millsp.	Ab				x
* <i>Euphorbia lagunensis</i> Huft	Ab	x		x	
<i>Phyllanthus galleotianus</i> Baillon	Ab		x	x	
* <i>Croton boregenesis</i> M. E. Jones	Ab				x
FAGACEAE					
<i>Quercus arizonica</i> Sargent; "encino"	Ar		x		x
* <i>Quercus devia</i> Goldam; "encino negro"	Ar		x	x	x
<i>Quercus reticulata</i> H. & B.; "encino blanco"	Ar		x		
<i>Quercus tuberculata</i> Liebm.; "encino roble"	Ar		x	x	x
<i>Quercus oblongifolia</i> Torr.; "encino laurel"	Ar		x		x
GARRYACEAE					
* <i>Garrya salicifolia</i> A. Eastwood; "ramaprieta"	Ab		x	x	
GERANIACEAE					
<i>Geranium flaccidum</i> Small	Hp		x	x	
<i>Geranium molle</i> L.	Hp	x	x	x	
GENTIANACEAE					
<i>Centaurium nudicale</i> (Engelm) Robinson	An	x			
GROSSULARIACEAE					
* <i>Ribes brandegeei</i> A. Eastwood	Ab		x		
GUTTIFERAE (HYPERICACEAE)					
<i>Hypericum anagalleoides</i> Cham. & Schlecht.	Hp	x	x		
* <i>Hypericum peninsulare</i> A. Eastwood	Hp	x	x	x	x
IRIDACEAE					
<i>Sisyrinchium demmisum</i> Greene	Hf	x	x		
JUNCACEAE					
<i>Juncus balticus</i> Willd.	Hf	x	x		
LABIATAE (MENTHACEAE)					
<i>Lepechinia hastata</i> (A. Gray) Epling; "chicura de la sierra"	Hp	x	x	x	x
* <i>Monardella lagunensis</i> M.E. Jones	Hf		x		
<i>Prunella vulgaris</i> L. subsp <i>lanceolata</i> (Barton) Hulton	An	x		x	

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat			
		Va	FC	So	OAE
<i>Salvia similis</i> Brandegee	Hp				x
<i>Stachys coccinea</i> Jacq.	An	x	x	x	x
LEGUMINOSAE					
* <i>Astragalus francisquitensis</i> M.E. Jones var. <i>lagunensis</i> M.E. Jones	Hp	x	x	x	x
<i>Calliandra peninsularis</i> Rose; "tabardillo"	Ab		x	x	x
<i>Crotalaria sagittalis</i> L.; "cascabelito"	An	x		x	x
<i>Dalea trochilina</i> Brandegee	Ab	x		x	x
<i>Dalea divaricata</i> subsp. <i>anthonyi</i> (Brand.) Wigg	Hp			x	x
<i>Desmodium procumbens</i> (Mill.) Hitch.	Hp		x	x	
* <i>Desmodium prostratum</i> Brandegee	Hp		x	x	
<i>Desmodium mollicum</i> (HBK) DC.	Hp		x	x	
* <i>Lupinus arizonicus</i> (S. Wats.) S. Wats subsp. <i>lagunensis</i> (M.E. Jones) chr. & Dunn	An	x	x	x	x
<i>Mimosa xantii</i> A. Gray; "celosa"	Ab		x	x	x
<i>Phaseolus filiformis</i> Bentham	An			x	x
<i>Tephrosia canna</i> Brandegee	Ab				x
<i>Trifolium wormskjoldii</i> Lehm	Hf	x			
<i>Zornia reticulata</i> Sm.	Hp			x	x
LEMNACEAE					
<i>Lemna aequinoctialis</i> Wellw.	Hf	x			
LOGANIACEAE					
<i>Buddleia crotonoides</i> A. Gray; "lengua de buey"	Ab		x		
ONAGRACEAE					
<i>Epilobium glaberrima</i> Barbey	Hf	x	x		
* <i>Oenothera breedloveana</i> sp. nova	Hp	x			
<i>Oenothera laciniata</i> Hill subsp. <i>pubescens</i> (Willd) Raven	Hp	x			
<i>Oenothera tetraptera</i> Cav.	Hp	x			
<i>Lopezia clavata</i> Brandegee	An			x	
ORCHIDACEAE					
* <i>Arethusa rosea</i> Bentham	Hp		x	x	
<i>Epipactis gigantea</i> (Douglas) Hook	Hp		x		x
<i>Habenaria entomantha</i> (La Llave & Lex.) Li.	Hp		x		
<i>Habenaria clypeata</i> Lindley	Hp			x	x
<i>Habenaria dilatata</i> (Pursh) Hook	Hp			x	
<i>Malaxis corymbosa</i> (S. Wats.) Lindley	Hp		x	x	x
<i>Malaxis soulei</i> L.O. Williams	Hp		x	x	x
<i>Malaxis unifolia</i> Michx.	Hp		x	x	x
<i>Spiranthes cinnabarina</i> La Llave & Lex.	Hp		x		
OXALIDACEAE					
<i>Oxalis albicans</i> HBK; "agrito"	Hp	x	x	x	x

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat			
		Va	FC	So	OAE
<i>Oxalis nudiflora</i> Mociño & Sessé	Hp	x	x	x	x
OROBANCHACEAE					
<i>Conopholis mexicana</i> A. Gray	Pa	x			
PHYTOLACCACEAE					
<i>Phytolacca octandra</i> L. (introducida?)	Hp	x		x	
PINACEAE					
* <i>Pinus lagunae</i> (Passini & Bailey) Passini “pino piñonero”	Ar	x	x	x	
PIPERACEAE					
<i>Peperomia umbilicata</i> Ruíz & Pavón	An			x	
PLANTAGINACEAE					
<i>Plantago hirtella</i> HBK var. <i>galleotiana</i> (Decnè) Pilger	Hp	x	x		
<i>Plantago linearis</i> HBK var. <i>mexicana</i> (Link) Pilger	Hp	x			
POLYPODIACEAE					
<i>Adiantum capillus—veneris</i> L.	Hf		x		
<i>Asplenium blepharodes</i> D.C. Eaton	Hf		x		
<i>Asplenium monanthes</i> L.	Hf		x		
<i>Cheilanthes pyramidalis</i> Fee	Hf		x		
<i>Dryopteris patula</i> (Sw.) Underw.	Hf		x		
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link var. <i>ternifolia</i> ; “helecho peyote”	Hp				x
<i>Pityrogramma triangularis</i> (Kaulf) Maxon	Hf		x		
<i>Polypodium guttatum</i> Maxon	Hf		x		
<i>Polypodium lanceolatum</i> L.	Hf		x		
<i>Pteridium aguilinum</i> (L.) Kuhn var. <i>lanuginosa</i> (Borg.) Fernald	Hf		x		
<i>Pleopeltis polylepis</i> (Roem. Ktze.) Moore	Hf		x		
<i>Thelypteris puberula</i> (Baker) Morton var. <i>sonoriensis</i> ; “hierba del golpe”	Hf		x		
<i>Woodsia plumerae</i> Lemmon	Hf		x		
POACEAE (GRAMINEAE)					
<i>Aegopogon cenchroides</i> H & B var. <i>breviglumis</i> Scribn.	An	x			x
<i>Aegopogon tenellus</i> (DC.) Trin.	An	x			x
<i>Agrostis semiverticillata</i> (Forssk.) Christ.	Hp	x			x
<i>Agrostis exarata</i> Trin.	Hp	x			x
<i>Aristida schiediana</i> Trin. & Rupr.	Hp	x		x	
<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag. var. <i>hirsuta</i>	Hp	x		x	

Familia y especie	Forma de vida	Va	Hábitat		
			FC	So	OAE
<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag. var. <i>glandulosa</i> (Cerv.) Gould	Hp	x			
<i>Brachipodium mexicana</i> (R. & S.) Link	An		x	x	
<i>Bromus anomalus</i> Rupr. ex E. Fourn.	An		x	x	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Hp	x			
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Hp	x			
<i>Eragrostis intermedia</i> var. <i>oreophila</i> (L. H. Harvey) Whitespoon	Hp			x	x
<i>Eragrostis orcuttiana</i> Vasey	Hp	x			
<i>Heteropogon contortus</i> (L.) Beauv. ex. R. & .	Hp			x	
<i>Lichurus phleoides</i> H.B.K.	Hp	x			
<i>Microchloa kunthii</i> Desv.	An	x			x
<i>Muhlenbergia emersleyi</i> Vasey	Hp			x	x
<i>Muhlenbergia filiformis</i> (Thurb.) Rydb.	An	x			
<i>Muhlenbergia microsperma</i> (DC.) Kunth	Hp			x	x
<i>Muhlenbergia repens</i> (Presl.) Hitch.	Hp			x	x
<i>Muhlenbergia rigida</i> (H.B.K.)	Hp	x		x	x
<i>Muhlenbergia texana</i> Buckl.	An	x			x
<i>Panicum bulbosum</i> H.B.K.	Hp		x	x	
<i>Pereilema crinitum</i> Presl.	An	x	x	x	
<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	Hf	x	x		
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (HBK) Hitch	Hp		x	x	
<i>Rynchelytrum repens</i> (Willd) C.E. Hubb	An				x
<i>Schizachyrum sanguineum</i> (Retz.) Alston var. <i>brevipedicellatum</i> (Beal) Hath	Hp		x		x
<i>Tripsacum lanceolatum</i> Repr. ex E. Fourn	Hp		x		
<i>Vulpia octoflora</i> (Walt.) Rydb. var. <i>octoflora</i>	An	x			x
POLEMONIACEAE					
<i>Linanthus nuttalli</i> (A. Gray) Greene subsp. <i>nuttalli</i>	Hp		x	x	x
POLYGONACEAE					
<i>Polygonum punctatum</i> Ell.	Hf	x			
POLYGALACEAE					
<i>Polygala apopetala</i> Bradegee	Ab			x	
PRIMULACEAE					
<i>Samolus vagans</i> Greene	An	x	x		
PODOSTEMONACEAE					
<i>Podostemon ceratophyllum</i> Michx.	Hf	x			
POTAMOGETONACEAE					
<i>Potamogeton foliosus</i> Raf.; "lama"	Hf	x			
<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong.; "lama"	Hf	x	x		
RANUNCULACEAE					
<i>Ranunculus hydrocharorides</i> A. Gray	Hf	x	x		

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat			
		Va	FC	So	OAE
<i>*Ranunculus harvevi</i> var. <i>australis</i> (Brandeggee) L. Beson	Hp		x		
<i>*Thalictrum peninsularis</i> Rose	Hp		x	x	
ROSACEAE					
<i>Alchemilla aphanoides</i> Mutis var <i>subalpestris</i> Perry	Hp		x	x	x
<i>Fragaria mexicana</i> Schelect.; "fresa" (introducida?)	Hf		x		
<i>Heteromeles arbutifolia</i> (Ait.) M. Roem; "toyon"	Ab		x		
<i>Prunus serotina</i> Ehrh. subsp. <i>virens</i> (Woot. & Standley) Mc Vaugh.; "cerezo"	Ar		x		
<i>Rubus scolocaulon</i> Brandeggee	Hf		x		
RUBIACEAE					
<i>Galium microphyllum</i> A. Gray	Hp	x	x		x
<i>Galium uncinulatum</i> DC.	Hp		x	x	
<i>Houstonia arenaria</i> Rose	An	x		x	x
<i>*Houstonia australis</i> I.M. Johnston	Hp	x		x	
<i>Randia megacarpa</i> Brandeggee; "papache"	Ab		x		x
<i>Mitracarpus shizangius</i> DC.	Hp	x	x	x	x
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	An			x	x
<i>Mitracarpus linearis</i> Benth.	An			x	x
SALICACEAE					
<i>*Populus brandegeei</i> var. <i>glabra</i> Wigg. "gueribo"	Ar		x		
<i>Salix lasiolepis</i> Benth.; "sauce"	Ar		x		
SAPINDACEAE					
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.; "guayabillo"	Ab			x	x
SELAGINELLACEAE					
<i>Selaginella bigelovii</i> Undersw.	Hp		x		
<i>Selaginella pallezens</i> (Presl.) Spring	Hp		x		x
SCROPHULARIACEAE					
<i>Bacopa monieri</i> (L.) Wettst.	Hf	x	x		
<i>Castilleja bryantii</i> Bradeggee	An		x	x	x
<i>Linaria texana</i> Scheele	An	x			
<i>Mimulus guttatus</i> Fisch. ex DC.	Hf	x	x		
<i>Russelia retrorsa</i> Greene	Hp				x
SOLANACEAE					
<i>Solanum nodiflorum</i> Jacq.; "yerbamora"	Hp		x	x	
STYRACACEAE					
<i>Styrax argenteus</i> Presl.; "aguacatillo"	Ar		x		

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat			
		Va	FC	So	OAE
VALERIANACEAE					
<i>Valeriana sorbifolia</i> H.B.K	An		x	x	
VERBENACEAE					
<i>Verbena carolina</i> L.	Hp			x	x
VITACEAE					
<i>Vitis peninsularis</i> M.E. Jones "uva cimarrona"	Tl		x		

Sinopsis de la flora

Formas de vida:

Ar Árboles: 15

Hp Herbáceas perennes: 93

Hf Hidrófitas: 38

Tl Trepadoras leñosas: 1

Sm macrosuculentas: 6

Ab Arbustos: 22

An Anuales: 43

Th Trepadoras herbáceas: 3

Pa Parásitas: 1

Si Microsuculentas: 3

Número de familias: 62

Número de géneros: 168

Número total de especies: 224

Número de especies endémicas*: 38

Proporción de las especies en los hábitats descritos en relación con el total de especies:

Valles (Va) 38%

Fondo de cañadas (Fc) 48%

Sotobosque (So) 37%

Otras áreas expuestas (OAE) 40%

Anexo 2. Listado de especies de la flora vascular de la comunidad de selva baja caducifolia de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur, México.

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat	
		La	Fa
ACANTHACEAE			
<i>Dicliptera resupinata</i> (Vahl.) Juss.	Ab	x	x
<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl.) Pers	An	x	x
<i>Carlwrightia californica</i> Brandegee	Hp	x	x
<i>Carlwrightia cordifolia</i> A. Gray	Hp	x	x

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat	
		La	Fa
<i>Henrya insularis</i> Nees	Hp	x	x
<i>Justicia palmeri</i> Rose	Hp	x	
* <i>Justicia insolita</i> var. <i>tastensis</i> Brandegee	Hp	x	x
<i>Justicia purpusii</i> (Brandegee) Gibson	Ab	x	x
AGAVACEAE			
<i>Agave aurea</i> Brandegee; "Mezcla"	Sm	x	
<i>Agave capensis</i> Gentry; "Mezcal"	Sm	x	
* <i>Agave promontorii</i> Trel.; "Mezcal"	Sm	x	x
<i>Yucca valida</i> Brandegee; "Datilillo"	Sm	x	x
AMARANTHACEAE			
<i>Amaranthus spinosus</i> L.; "Quelite espinoso"	An		x
<i>Amaranthus palmeri</i> S. Wats; "Quelite"	An	x	x
<i>Amaranthus watsonii</i> P.C. Standl.; "Quelite"	An	x	x
<i>Celosia floribunda</i> A. Gray; "Bledo"	An	x	x
<i>Froelichia interrupta</i> (L.) Mog.	An	x	x
<i>Iresine calea</i> (Ibañez) Standl.	Ab	x	
<i>Gomphrena sonora</i> Torr.	An	x	x
ANACARDIACEAE			
* <i>Cyrtoarpa edulis</i> (Brandegee) Stand.	Ar	x	x
<i>Rhus radicans</i> L. var. <i>divaricata</i> (Greene) Fernald; "Hiedra"	Tl		x
<i>Rhus schiedeana</i> Schlecht subsp. <i>tepetate</i> Young; "Lentisco"	Ab	x	
ASCLEPIADACEAE			
<i>Asclepias subulata</i> Decne.; "Jumete"	Hp	x	x
<i>Matelea cordifolia</i> (Green) Woods; "Talayote"	Th	x	
APOCYNACEAE			
<i>Plumeria acutifolia</i> Poir; "Cajalosucho"	Ar	x	x
<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link; "Otatave"	Ab		x
APIACEAE (Umbelliferare)			
* <i>Arracacia brandegeei</i> Coulter & Rose; "Chuchupate"	Hp	x	x
ARECACEAE			
<i>Erythea armata</i> S. Wats; "Palmilla de Taco"	Ar		x
BURSERACEAE			
* <i>Bursera cerasifolia</i> Brandegee; "Copalquin"	Ar	x	
<i>Bursera epimnata</i> (Rose) Engler	Ar	x	
<i>Bursera hindsiana</i> (Benth.) Engler; "Copal rojo"	Ar	x	x
<i>Bursera filicifolia</i> Brandegee; "Torote blanco"	Ar	x	
<i>Bursera microphylla</i> A. Gray; "Torote rojo"	Ar	x	
<i>Bursera odorata</i> Brandegee	Ar	x	

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat	
		La	Fa
BIGNONIACEAE			
<i>Bignonia unguis—cati</i> L.	Tl	x	x
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.; "Palo de arco"	Ar	x	x
BRASSICACEAE			
<i>Rorippa nasturtium—aguaticum</i> (L.) Schinz & Thell.; "Berro"	Hf		x
BROMELIACEAE			
<i>Tillandsia ferrisiana</i> L.B. Smith	Ep	x	x
<i>Tillandsia recurvata</i> L.; "Gallito"	Ep	x	x
<i>Hectia montana</i> T.S. Brandegee; "Magueysito"	Sm	x	
BORAGINACEAE			
<i>Tournefortia volubilis</i> L.	Tl	x	
<i>Bourreria sonora</i> S. Wats.	Ab	x	
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) R. & V.	Ab	x	
CAMPANULACEAE			
<i>Lobelia laxiflora</i> HBK var. <i>angustifolia</i> DC.	Hp		x
<i>Heterotoma aurita</i> Brandegee	An	x	
CACTACEAE			
<i>Ferocactus peninsulae</i> (Engelm. ex Weber) Britt. & Rose var. <i>peninsulae</i>	Sm	x	
<i>Mammillaria capensis</i> (Gates) Craigh; "viejito"	Si	x	
<i>Mammillaria peninsularis</i> (B. & R.) Orcutt; "viejito"	Si	x	
<i>Opuntia cholla</i> Weber; "Choya"	Sm	x	
<i>Pachycereus pecten—aboriginum</i> (Engelm.) Britton & Rose; "Cardon barbón"	Sm	x	
<i>Pereskia porteri</i> (Weber) Britton & Rose; "Alcajer"			
<i>Stenocereus thurberii</i> (Engelm.) Buxbaum var. <i>thurberii</i> ; "Pitaya dulce"	Sm	x	
CHENOPODIACEAE			
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.; "Epazote"	An		x
COMMELINACEAE			
<i>Commelina diffusa</i> Burn. F.	Hp	x	x
* <i>Tradescantia peninsularis</i> Brandegee	Hp		x
COMPOSITAE			
<i>Ambrosia ambrosoides</i> (Cav.) Payne "Chicura"	Ab	x	x
<i>Ambrosia confertiflora</i> DC.; "Estafiate"	Hp		x
<i>Aster spinosus</i> Benth.; "Buena mujer"	Ab		x

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat	
		La	Fa
<i>Baccharis glutinosa</i> Pers.; "Guatamote"	Ab		x
<i>Baccharis sarathroides</i> A. Gray; "Escoba amarga"	Ab		x
<i>Bebbia juncea</i> var. <i>atriplicifolia</i> (A. Gray) Johnst.; "Apan"	Hp	x	
<i>Bidens aurea</i> (Ait.) Sherff.; "Aceitilla"	An	x	x
<i>Bidens lemmoni</i> A. Gray; "Aceitilla"	An	x	x
<i>Brickelia brandegeei</i> B. L. Robinson	Hp	x	
<i>Brickelia peninsularis</i> Brandegee	Hp	x	
<i>Brickelia coulteri</i> A. Gray	Ab	x	
<i>Coreocarpus parthenioides</i> var. <i>heterocarpus</i> (A. Gray) S.F. Blake	An	x	
<i>Eupatorium sagittatum</i> A. Gray	Ab		x
<i>Gochnatia arborecens</i> Brandegee	Ar	x	
<i>Hymenoclea monogyra</i> Torr. & Gray; "Romerillo"	Ab		x
<i>Haplopappus spinulosa</i> Subsp. <i>scrabrellus</i> (Greene) Holl.	Ab	x	
<i>Pectis urceolata</i> Rydb.	An	x	
<i>Pectis haenkeana</i> (DC.) Sch.	An	x	
<i>Pectis ambigua</i> Fern.	An	x	
<i>Perityle californica</i> Benth	An	x	x
<i>Perityle aurea</i> Rose	An	x	x
* <i>Viguiera delthoidea</i> A. Gray var. <i>tastensis</i> Brandegee; "Tacote"	Ab	x	
<i>Viguiera delthoidea</i> A. Gray; "Tacote"	Ab	x	
<i>Viguiera tomentosa</i> A. Gray; "Tacote"	Ab	x	
* <i>Porophyllum ochroleucum</i> Rydb.; "Yerba del venado"	Ab	x	
<i>Malacotrix glabrata</i> A. Gray	Hp		x
<i>Sclerocarpus divaricatus</i> (Bentn.) Benth. & Hook	An		x
CONVOLVULACEAE			
<i>Evolvulus alsinoides</i> L.	Th	x	
<i>Ipomoea jicama</i> Brandegee	Th	x	
<i>Ipomoea nill</i> (L.) Roth	Th	x	
<i>Ipomoea hederacea</i> (L.) Jacq.	Th	x	
<i>Merremia aurea</i> (Rell.) O'Donnell; "Yuca"	Tl	x	
<i>Quamoclit pinnata</i> (Desv.) Bojer	Th	x	
<i>Jacquemontia pringlei</i> A. Gray	Tl	x	
CUCURBITACEAE			
<i>Lagenaria siceraria</i> (Mol.) Standl.	Th	x	
CARYOPHYLLACEAE			
* <i>Drymaria glandulosa</i> Persl.	An	x	
EBENACEAE			

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat	
		La	Fa
<i>*Diospyros californica</i> Brandegee; "Guayparin"	Ar	x	x
<i>*Maba intricata</i> (A. Gray) Hiern.	Ab	x	x
EUPHOBRIACEAE			
<i>Adelia virgata</i> Brandegee; "Pimentilla"	Ab	x	
<i>Acalypha comonduana</i> Millsp.	Ab	x	
<i>*Croton boregensis</i> M. E. Jones; "Yerba de la mula"	Ab	x	
<i>Cnidoscolus angustidens</i> Torr.; "Caribe"	Hp	x	
<i>Cnidoscolus palmeri</i> (S. Wats) Rose; "Caribe"	Hp	x	
<i>Ditaxis lanceolata</i> (Benth.) Pax & Hoff.	Hp	x	
<i>Euphorbia misera</i> Benth.; "Liga"	Ab	x	
<i>Euphorbia leucophylla</i> Benth.; "Golondrina"	Hp	x	
<i>Euphorbia peninsularis</i> I.M. Jhtn.	Hp	x	
<i>Euphorbia xantii</i> Engelm.	Ab	x	x
<i>Jatropha cinerea</i> (C. G. Ortega) Muell.— Arg. in DC.; "Lomboy blanco"	Ab	x	
<i>*Jatropha vernicosa</i> Bradegee; "Lomboy Colorado"	Ab	x	
<i>Sapium biloculare</i> (S. Wats) Pax.; "Hierba de la flecha"	Ar		x
<i>Tragia nepetaefolia</i> Cav.; "Ortiguilla"	Hp	x	
<i>Tragia amblyodonta</i> (Muell.— Arg.) Pax & K. Hoffm.; "Ortiguilla"	Hp	x	
FAGACEAE			
<i>*Quercus brandegeei</i> Goldman; "Encino bello-tero"	Ar		x
HYDROPHYLLACEAE			
<i>Nama dichotomum</i> (R. & P.) Choisy	An	x	
LEMNACEAE			
<i>Lemna aequinoctialis</i> Wellw.	Hf		x
LABIATAE			
<i>*Hyptis collina</i> Brandegee	Ab	x	
<i>Hyptis lanata</i> Benth; "Salvia"	Ab		x
<i>Salvia setosa</i> Fernald.	An	x	
<i>*Stachys tenerrima</i> Epling	An	x	
LEGUMINOSAE			
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Ab	x	
<i>Acacia cymbispina</i> Sprague & Riley	Ab	x	
<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntae	Ab	x	x
<i>Acacia occidentalis</i> Rose	Ab	x	
<i>Albizzia occidentalis</i> Brandegee; "Palo escopeta"	Ar	x	
<i>*Brongniartia trifoliata</i> Brandegee	Ab	x	

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat	
		La	Fa
<i>Calliandra brandegeei</i> (Britton & Rose); "Tabardillo"	Ab	x	
* <i>Calliandra peninsularis</i> Rose; "Tabardillo"	Ab	x	
<i>Cassia emarginata</i> L.; "Palo zorrillo"	Ar	x	
* <i>Cassia goldmanii</i> Rose	Ab	x	
<i>Cassia occidentalis</i> L.	An	x	
<i>Crotalaria sagitalis</i> L.; "Cascabelito"	Hp	x	
<i>Caesalpineia pannosa</i> Brandegee; "Palo estaca"	Ab	x	x
<i>Caesalpineia sclerocarpa</i> Standl.; "Palo estaca"	Ab	x	
<i>Coursetia glandulosa</i> A. Gray	Ab	x	
<i>Dalea peninsularis</i> (Rose) Bullock	An	x	
<i>Dalea divaricata</i> Benth	Hp	x	
<i>Desmodium glabrum</i> DC.	An	x	
<i>Erythrina flavelliformis</i> Kearney; "Chilicote"	Ar	x	
<i>Haematoxylon brassiletto</i> Karst.; "Palo Brasil"	Ar	x	
* <i>Indigofera fruticosa</i> Rose	Ab	x	
* <i>Leucaena brandegeei</i> Britton & Rose; "Guaje"	Ar	x	x
<i>Lysiloma candida</i> Brandegee; "Palo blanco"	Ar	x	
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbr.; "Mauto"	Ar	x	x
<i>Mimosa brandegeei</i> Robinson; "Celosa"	Ab	x	
<i>Mimosa xantii</i> A. Gray	Ab	x	
<i>Pithecellobium confine</i> Standley; "Palo fierro"	Ab		x
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.; "Guamuchil"	Ar		x
<i>Pithecellobium mexicanum</i> Rose; "Palo chino"	Ar		x
<i>Pithecellobium undulatum</i> (Britton & Rose) Gentry; "Palo eva"	Ar	x	x
<i>Phaseolus filiformis</i> Benth.; "Frijolito"	Th	x	
<i>Rhynchosia pyramidalis</i> (Lam.) Urb.; "Ojito de pájaro"	Tl	x	x
<i>Sphinctospermum constrictum</i> (S. Wats)	An	x	
<i>Tephrosia cana</i> Brandegee	Ab	x	
<i>Zornia reticulata</i> Sm.; "Cascabelito"	Hp	x	
LOGANIACEAE			
* <i>Buddleia crotonoides</i> A. Gray; "Lengua de Buey"	Ab		x
LORANTHACEAE			
<i>Phoradendron digeutianum</i> Van Tieghem; "Tojil"	Pa	x	
LYTHRACEAE			
<i>Heimia salicifolia</i> (H.B.K.) Link.; "Escoba"	Ab		x
MORACEAE			
<i>Ficus palmeri</i> S. Wats; "Zalate"	Ar	x	x

Familia y especie	Forma de vida	La	Hábitat Fa
MALVACEAE			
<i>Abutilon aff. purpusii</i> Standl.	Hp	x	
<i>Sida glabra</i> Will.	Hp	x	
<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky	Hp	x	
<i>Sphaeralcea coulteri</i> (Wats) Gray var. <i>californica</i> Rose Kears	An	x	
MARTYNIACEAE			
<i>Proboscidea altheaefolia</i> (Benth.) Decne	Hp	x	
NIYCTAGINACEAE			
<i>Mirabilis triflora</i> Benth	Hp	x	x
<i>Pisonia flavescens</i> Standl.; "San Agustín"	Ar	x	x
<i>Boerhavia erecta</i> L.	An	x	
OXALIDACEAE			
<i>Oxalis alpina</i> (Rose) Kunth.; "Agrito"	Hp	x	
ONAGRACEAE			
<i>Lopezia clavata</i> T.S. Brandegee	An	x	
<i>Epilobium glaberrima</i> Barbey	An		x
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	Hp		x
OLEACEAE			
<i>Schoepfia californica</i> Brandgee; "Higuajil"	Ar	x	x
POACEAE (GRAMINEAE)			
<i>Anthephora hermaphrodita</i> (L.) Kuntae	An	x	
<i>Bouteloua barbata</i> var. <i>rothrockii</i> (Vasey) Gould	An	x	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.; "Bermuda"	Hp	x	
<i>Chloris virgata</i> Sw.; "Zacate mota"	An	x	
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	An	x	
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd) C.E. Hubbs.; "Zacate punta colorada"	An	x	x
<i>Lasiacis ruscifolius</i> Hith.; "Carrizillo"	Hp	x	x
<i>Setaria liebmannii</i> (Fourn) S.M.	An	x	
POLIGALACEAE			
<i>Polygala apopetala</i> Brandegee	Ab	x	
POLYGONACEAE			
<i>Antigonon leptopus</i> Hook & Arn. "San Miguel"	Th	x	
<i>Polygonum fusiforme</i> Greene	Hf		x
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Hf		x
POLYPODIACEAE			
* <i>Asplenium blepharodes</i> DC. Eaton	Hf	x	
* <i>Notholaena peninsularis</i> Maxon & Weatherby	Hp	x	

Familia y especie	Forma de vida	La	Hábitat Fa
<i>Pellaea ternifolia</i> (Cav.) Link var. <i>ternifolia</i> ; "Helecho peyote"	Hp	x	
<i>Polypodium guttatum</i> Maxon; "Yerba del golpe"	Hp		x
PLUMBAGINACEAE			
<i>Plumbago scandens</i> L.	Hp	x	
PHYTOLACCACEA			
<i>Stenosperma halimifolium</i> Bebh.; "Amole"	Ar	x	
<i>Rivina humilis</i> L.	Hp	x	
PORTULACACEA			
<i>Portulaca pilosa</i> L.; "Hielito"	An	x	
PRIMULACEAE			
<i>Samolus ebracteatus</i> H.B.K.; "Peonia"	Hp	x	x
PAPAVERACEA			
<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet; "Cardo"	An	x	x
POLEMONIACEA			
<i>Loeselia ciliata</i> L.; "Huachuchila"	Hp	x	
RHAMNACEA			
<i>Gouania rosei</i> Wiggins	Tl	x	
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. & Sch.) Zucc. "Cacachila"	Ab	x	
<i>Colubrina triflora</i> Brongn.	Ab	x	
ROSACEAE			
<i>Prunus serotina</i> Ehrh. subsp. <i>virens</i> (Woot. & Stadl.) McVaugh; "Cerezo"	Ar		x
RUBIACEAE			
<i>Randia megacarpa</i> Brandege; "Papache"	Ab	x	x
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.	An	x	
* <i>Houstonia arenaria</i> Rose	An	x	
<i>Diodia teres</i> Walt. var. <i>angustata</i> A. Gray	An	x	
RUTACEAE			
* <i>Esenbeckia flava</i> Brandege; "Palo amarillo"	Ar	x	
SALICACEAE			
* <i>Populus brandegeei</i> var. <i>glabra</i> Wiggins; "Gueribo"	Ar		x
SAPINDACEAE			
<i>Cardiospermum corindum</i> L.; "Tronadora"	Th	x	
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.; "Guayabillo"	Ab	x	

Familia y especie	Forma de vida	Hábitat	
		La	Fa
STERCULIACEAE			
<i>Melochia tomentosa</i> L.; "Malva"	Ab	x	
* <i>Hermania palmeri</i> Rose	Hp	x	
<i>Ayenia peninsularis</i> T.S. Brandegee	Hb	x	
SAPOTACEAE			
* <i>Bumelia peninsularis</i> Brandegee; "Bebelama"	Ab	x	x
SELAGINELLACEAE			
<i>Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spor.	Hp	x	x
<i>Selaginella pallescens</i> (Presl.) Spring	Hp	x	
SOLANACEAE			
<i>Solanum nodiflorum</i> Jacq.; "Yerbamora"	An		x
<i>Solanum hindsianum</i> Benth; "Mariola"	Ab	x	
<i>Datura discolor</i> Benth.; "Toloache"	An	x	
<i>Capsicum</i> sp.; "Chilpitin"	Ab	x	
SCROPHULARIACEAE			
<i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Swartz	Hp	x	
<i>Mercadonia procumbens</i> (Mill.) Small	Hp	x	
<i>Russelia retrorsa</i> Greene f. <i>nudicostata</i> Carlson; "Canutillo"	Hp	x	x
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	Hf		x
TILIACEAE			
<i>Triumfeta semitriloba</i> Jacq.	Hp	x	
ULMACEAE			
<i>Celtis pallida</i> Torr.; "Vainoro"	Ar	x	
VITACEAE			
* <i>Vitis peninsularis</i> M.E. Jones; "Uva cimarrona"	Tl		x
<i>Cissus trifoliata</i> (L.) L.	Tl	x	
VERBENACEAE			
<i>Duranta repens</i> L.; "Garbancillo"	Ab		x
<i>Lantana velutina</i> Mart. & Gal.; "Confituría"	Ab	x	
VIOLACEAE			
<i>Hybanthus attenuatus</i> G.R. Schulze	An	x	
<i>Hybanthus fruticosus</i> (Benth.) I.M. Jhtn.	Hp	x	
ZYGOPHYLLACEAE			
<i>Guaicum coulteri</i> Brandegee; "Guayacán"	Ab	x	
<i>Kallstroemia peninsularis</i> D.M. porter; "Pela gallina"	An	x	

Sinopsis de la flora

Ar Arboles: 32**Hp Herbáceas perennes: 51****Hf Hidrófitas: 6****Tl Trepadoras leñosas: 9****Sm Macrosuculentas: 9****Ab Arbustos: 60****An Anuales: 44****Th Trepadoras herbáceas: 10****Pa Parasitas: 1****Ep Epífitas: 2****Microsuculentas (Si): 2****Número de familias: 38****Número de géneros: 175****Número total de especies: 224****Número de especies endémicas*: 31****Proporción de las especies en los hábitats
descritos en relación con el total de especies:****Laderas (La): 84%****Fondo de Arroyos (Fa): 38%**

CAPÍTULO 8

**IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS
PERTURBACIONES EXÓGENAS EN UN BOSQUE
DE PINO-ENCINO***Laura Arriaga***Resumen**

La magnitud de las perturbaciones naturales por la caída de árboles así como su ocurrencia espacial se estudiaron en un bosque de pino-encino de la Sierra de La Laguna ubicado en la porción sur de la península de Baja California.

Se trazaron 20 transectos perpendiculares a las pendientes sobre laderas norte y sur, cubriendo 4 hectáreas en las que se registró el porcentaje de afloramientos rocosos, la pendiente, la exposición y el área de los parches. Se obtuvo también el tipo y dirección de caída por árbol muerto, así como longitud y diámetro del tronco. Los datos se analizaron a través de componentes principales, análisis de varianza de una vía, pruebas de comparaciones múltiples por contrastes y pruebas de ji-cuadrada de independencia.

Los resultados sugieren que las perturbaciones exógenas afectan de manera importante a la comunidad. Se registró un promedio de 80 parches por hectárea, que comprenden 18.10% del área observada. El tamaño de los parches se ajustó a una lognormal en 2.3 ± 1.4 . El análisis del material muerto muestra que existen diferencias significativas entre el tipo de muerte por especie, y entre el número de árboles muertos por ladera. Se sugiere que la causa de mortalidad de los árboles se debe al efecto combinado de vientos, lluvia, incidencia de rayos, así como de otros factores físicos que se discuten más ampliamente.

Abstract

The magnitude of natural disturbances by treefalls and their spatial occurrence were studied in pine-oak forest of the Sierra de La Laguna located at the southern part of the peninsula of Baja California in Mexico.

Twenty transects perpendicular to north and south facing slopes were sampled covering 4 ha where the percent of rocky outcrops, slope, exposure and patch size created by treefalls were recorded. The mode of tree death, treefall direction, trunk length and basal diameter were measured also. Data were analyzed using principal component analysis, one way ANOVA's, multiple comparison tests by contrasts and chi-square independence tests.

Results suggest that exogen disturbances have an important effect in this community. A mean number of 80 patches per ha was recorded comprising 18.10% of the observed area. Patch sizes were fitted to a lognormal distribution as 2.3 ± 1.4 . The analysis of dead material shows that significant differences exist among modes of death and species, as well as between number of fallen trees per slope. Modes of death suggest that the cause of mortality is due to the combined effect of wind, rain, lightning, as well as to some other physical factors that are discussed.

Introducción

Los procesos de mortalidad y de reemplazamiento de los árboles en bosques naturales generalmente suceden a causa de perturbaciones naturales. El estudio sobre la frecuencia y la magnitud de las perturbaciones naturales que ocurren en bosques templados, es de crucial importancia para establecer una política adecuada sobre el manejo y la conservación de los recursos forestales. Para lograr el manejo adecuado de los árboles del dosel de un bosque se requiere necesariamente del conocimiento de su régimen de perturbaciones, ya que una gran variedad de procesos de los ecosistemas tales como la descomposición, el reciclaje de nutrientes, las relaciones hídricas y la erosión se ven afectados por perturbaciones exógenas (White, 1979; Bormann y Likens, 1979; Lorimer, 1980; Runkle, 1985). Los tipos de perturbación, como la caída de árboles por efecto del viento y de la lluvia, por ataque de insectos o de organismos patógenos, así como a consecuencia de la sequía o del fuego, producen la mortalidad de árboles del dosel superior (Wood, 1970; Henry y Swan, 1974; Lorimer, 1977; Falinski, 1978; Brewer y Merritt, 1978; Runkle, 1982; Brokaw, 1982; Putz y Milton, 1982; Harcombe y Marks, 1983; Jane, 1986; Veblen, 1986; Stewart, 1986).

Los árboles en las comunidades boscosas presentan diferentes formas de morir, las cuales varían dependiendo de factores físicos y biológicos. La forma de morir de los árboles es muy variable: los árboles pueden morir en pie, pueden caer con sus raíces aflorando, pueden caer con la base rota o pueden ser cortados. La regeneración subsecuente de un "parche" o del sitio en donde ocurrió la caída de un árbol en el bosque, así como los cambios en la composición específica dependen de estos tipos de perturbación. Algunos autores opinan que las propiedades anatómicas de la madera así como las dimensiones de los árboles son los factores más importantes para determinar si un árbol se quiebra en su base o si cae al suelo con las raíces aflorando (Putz *et al.*, 1983; King, 1986; Jane, 1986; Johnson, 1987). Otros autores establecen que la forma de caer de los árboles está de-

terminada básicamente por efectos físicos tales como la lluvia, el viento, las características del suelo y la topografía, o debido a la interacción de estos factores y de algunos organismos patógenos (Lorimer, 1980; Harcombe y Marks, 1983; Brokaw, 1982: 1985; Arriaga, 1987; 1988).

Dentro de los trabajos que está realizando el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, se ha iniciado un proyecto general que versa sobre el estudio de las perturbaciones naturales y su influencia en la regeneración natural de las comunidades vegetales de la Sierra de La Laguna. El objetivo de este trabajo es dar una primera aproximación para el estudio de estos eventos, determinando las causas de la caída de árboles en el bosque de pino-encino y su importancia ecológica en la Sierra de La Laguna, haciendo énfasis especialmente en la fragilidad de este sistema boscoso a perturbaciones exógenas.

Sitio de estudio

La Sierra de La Laguna se encuentra localizada en la porción meridional de la península de Baja California Sur, formando un complejo montañoso constituido por roca granítica que alcanza altitudes superiores a los 2,000 metros (Capítulo 5). La Sierra presenta un gradiente altitudinal cuyas variaciones climáticas permiten el establecimiento de diferentes tipos de vegetación. En las partes superiores, por arriba de los 1,200 m, se establece el único bosque de pino-encino del Estado que cubre un área aproximada de 20,000 ha (Villa Salas, 1968; Mapa de Vegetación), y que presenta un clima templado húmedo con una temperatura media anual menor a los 13°C y una precipitación anual total de 700 mm (Capítulo 4). El régimen de lluvias se presenta en verano, época durante la cual ocurre la mayor frecuencia de ciclones y tormentas tropicales. Se ha estimado que el 27% de los ciclones tropicales que recurvaron hacia la costa mexicana en un periodo de 14 años, afectaron la península de Baja California siendo ésta y Sinaloa, los Estados de la República más afectados de la costa del Pacífico (Jáuregui, 1967). La presencia del bosque de pino-encino en la Sierra de La Laguna tiene una importancia socioeconómica muy grande, ya que es la zona en donde se capta la mayor precipitación del Estado y de donde se abastecen los principales mantos acuíferos de la región (Capítulo 3).

Esta comunidad se encuentra dominada por una variedad endémica de pino, *Pinus cembroides* var. *lagunae* y por los encinos *Quercus devia*, y en menor abundancia *Quercus tuberculata*. Asimismo, se encuentran otras especies de menor importancia estructural como el madroño, también endémico *Arbutus peninsularis*, y el sotol *Nolina beldingii* (Capítulos 6 y 7).

Materiales y métodos

Para evaluar las causas de mortalidad de árboles en el bosque, se realizó un muestreo en el que se determinó la ocurrencia espacial de la caída de árboles. Pa-

ra ello se trazaron 20 transectos perpendiculares a las pendientes, sobre laderas con exposición hacia el norte y hacia el sur. Las dimensiones de cada transecto fueron de 2,000 m², cubriéndose así un área total de 4 hectáreas.

Por cada transecto se registró la siguiente información: el porcentaje de afloramientos rocosos, la pendiente y la orientación de la ladera. De cada árbol muerto se determinó su especie y el área perturbada por su caída. Las dimensiones de las áreas de perturbación o parches se obtuvieron de acuerdo con el método propuesto por Runkle (1982), calculando el área basándose en la fórmula que describe a una elipse: $A = \pi LW/4$, en donde: A, es el área del parche; L es la longitud y W es el ancho del parche. Para los árboles en el suelo, se consideró la longitud de cada tronco en el piso y una medición de sus ramas en el suelo, la cual se valoró perpendicularmente al tronco. Para los árboles muertos en pie se obtuvieron los radios de cobertura de las ramas muertas, registrándose dos mediciones de cobertura que fuesen perpendiculares entre sí. Asimismo, se registraron los siguientes tipos de caída: árboles con raíces aflorando (ARA), árboles con la base rota (BRO), árboles muertos en pie con la copa rota (MCR) y árboles cortados (ACO). Las evidencias de fuego en la corteza de los árboles caídos también se registró. Se midió la dirección de la caída con una brújula, y también se determinaron la longitud y el diámetro del tronco en la base de todos los árboles muertos. En el caso de que los árboles estuviesen muertos en pie, se midió la altura de los mismos con la ayuda de un clisímetro.

Los datos se analizaron obteniendo sus estadísticas descriptivas y ajustando los datos de las áreas de perturbación a una distribución lognormal mediante una prueba de bondad de ajuste (Kreyszig, 1982). El análisis también se efectuó utilizando métodos multivariados, particularmente análisis de componentes principales (Morrison, 1981). También se realizaron análisis de varianza de una vía y pruebas de comparaciones múltiples por contrastes (Montgomery, 1976), así como pruebas de ji-cuadrada de independencia (Everitt, 1977).

Resultados

Magnitud de las perturbaciones naturales. La caracterización del régimen de perturbación del bosque de pino-encino se obtuvo con base en las áreas de perturbación. Esta comunidad presenta el 18.10% del área perturbada por la caída de árboles, así como un total de árboles muertos y un número promedio de parches por hectárea (Cuadro 1), considerablemente altos para un bosque templado.

La distribución de frecuencias del tamaño de las áreas de perturbación se presenta en la Fig. 1. Los datos se ajustaron a una función de distribución lognormal con el fin de compararlos con los resultados obtenidos para otras comunidades. La bondad del ajuste se hizo mediante una prueba de ji-cuadrada para datos agrupados (Kreyszig, 1982) y se probó la hipótesis de nulidad de que los datos se podían ajustar a una lognormal. La hipótesis no se rechazó con un 99% de confianza ($X^2 = 11.94$; 2,5 g.l.). Las estadísticas descriptivas estimadas para la distribución lognormal al igual que su equivalente aritmético, se muestran en el

Cuadro 1. El 70% de los parches presentan tamaños muy pequeños de 2.5 a 45m². Este resultado se puede explicar considerando que en el bosque rara vez se forman parches por la muerte de más de dos individuos (el 95.8% de los parches se formaron por la caída de un sólo árbol), de ahí que la distribución de tamaños de los parches presente esa marcada asimetría hacia valores tan pequeños (Fig. 1).

Del análisis sobre la abundancia relativa del material muerto agrupado por categorías de diámetro troncal (Fig. 2), se puede apreciar que la gran mayoría del material en el suelo lo forman las ramas, las cuales son más abundantes en las categorías de menor diámetro basal. De los troncos muertos, una gran proporción del material lo forman los árboles con la base rota (39.5%). Le siguen en abundancia los árboles muertos en pie con la copa rota (26.4%) y los árboles que presentan las raíces aflorando (20.5%). Los árboles quemados representan el 12.7% y los cortados únicamente el 0.9%.

Cuadro 1. Ocurrencia de áreas perturbadas por la caída natural de árboles en el bosque de pino-encino de la Sierra de La Laguna. **Nivel de significancia: $P < 0.01$ (ver texto para explicación).

Area observada	40 000 m ²
Area perturbada	7 242.2 m ²
Total de árboles muertos	334
No. de parches/hectáreas	80
Tamaño promedio de los parches ajustados a una distribución lognormal	2.3 ± 1.4**
Equivalente aritmético	2.46 a 40.45 m ²

Causas de la mortalidad de árboles. Para determinar cuáles variables son las más importantes para explicar la caída de árboles, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) incluyendo todas las variables registradas, a excepción de la dirección de caída; ya que ésta es una variable circular la cual se analizó por separado. Los resultados se presentan en el Cuadro 2. Se obtuvieron cinco componentes que explican el 75% de la varianza total. En el primer componente, la longitud y el diámetro basal se encuentran altamente correlacionados al igual que el área de perturbación, ya que ésta última se calculó con base en las dos primeras variables. El segundo componente muestra algunas relaciones interesantes. La especie se encuentra asociada negativamente con la pendiente y el tipo de caída. Estas

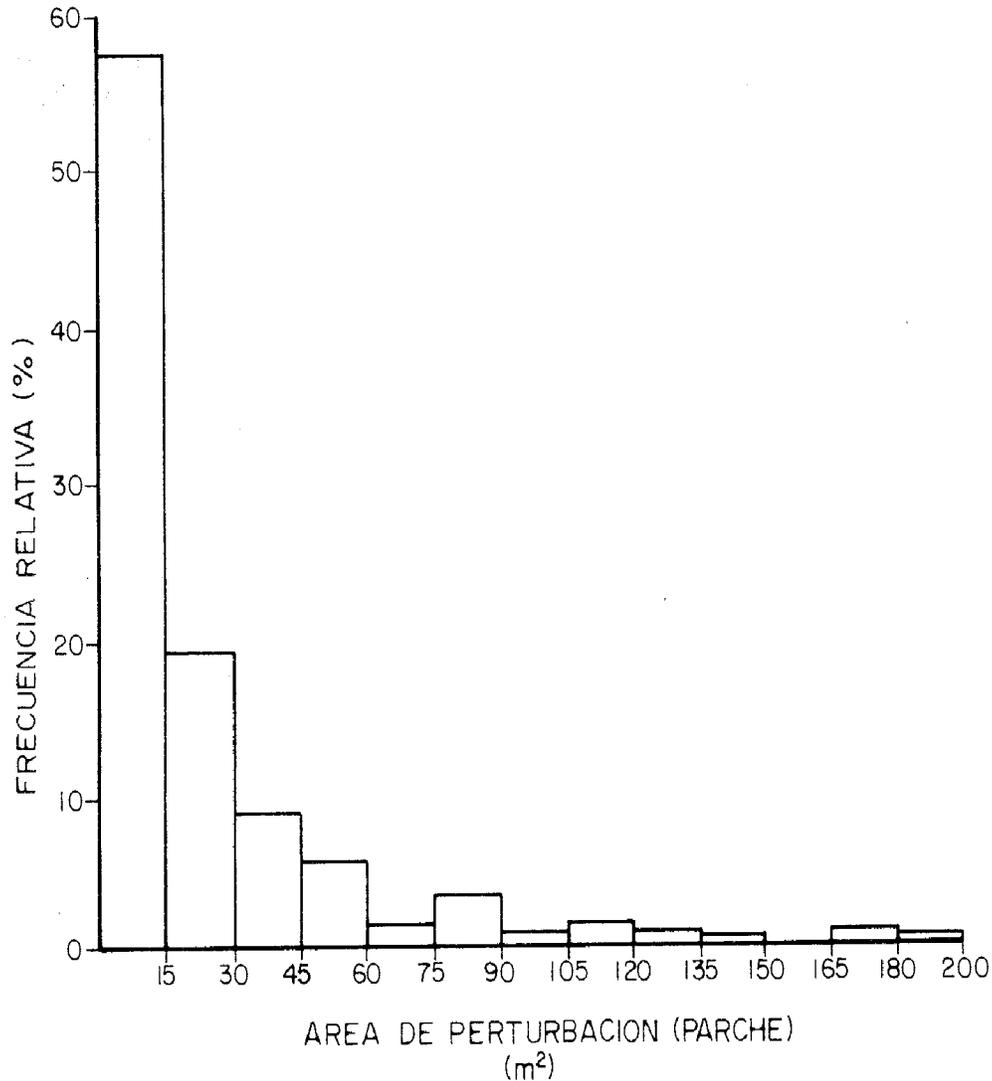


Figura 1. Distribución de frecuencias del tamaño de las áreas de perturbación en el bosque de pino-encino de la Sierra de La Laguna.

asociaciones las discutiré posteriormente. Finalmente el tercer componente muestra una correlación negativa entre la exposición de la ladera y el porcentaje de afloramientos rocosos, lo cual se debe a que la ladera con exposición hacia el norte presenta un mayor porcentaje de afloramientos rocosos que la ladera con exposición hacia el sur ($F = 9.94; 1,318 \text{ g.l.}; P < 0.01$). Tal vez a ello se deba que en la ladera norte se hayan registrado un mayor número de árboles muertos (172), que en la ladera sur (148).

Con base en los resultados del ACP, se procedió a realizar el análisis de varianza de una vía con sus correspondientes pruebas de comparaciones múltiples, y así probar las hipótesis propuestas para explicar la caída de árboles. En el Cuadro

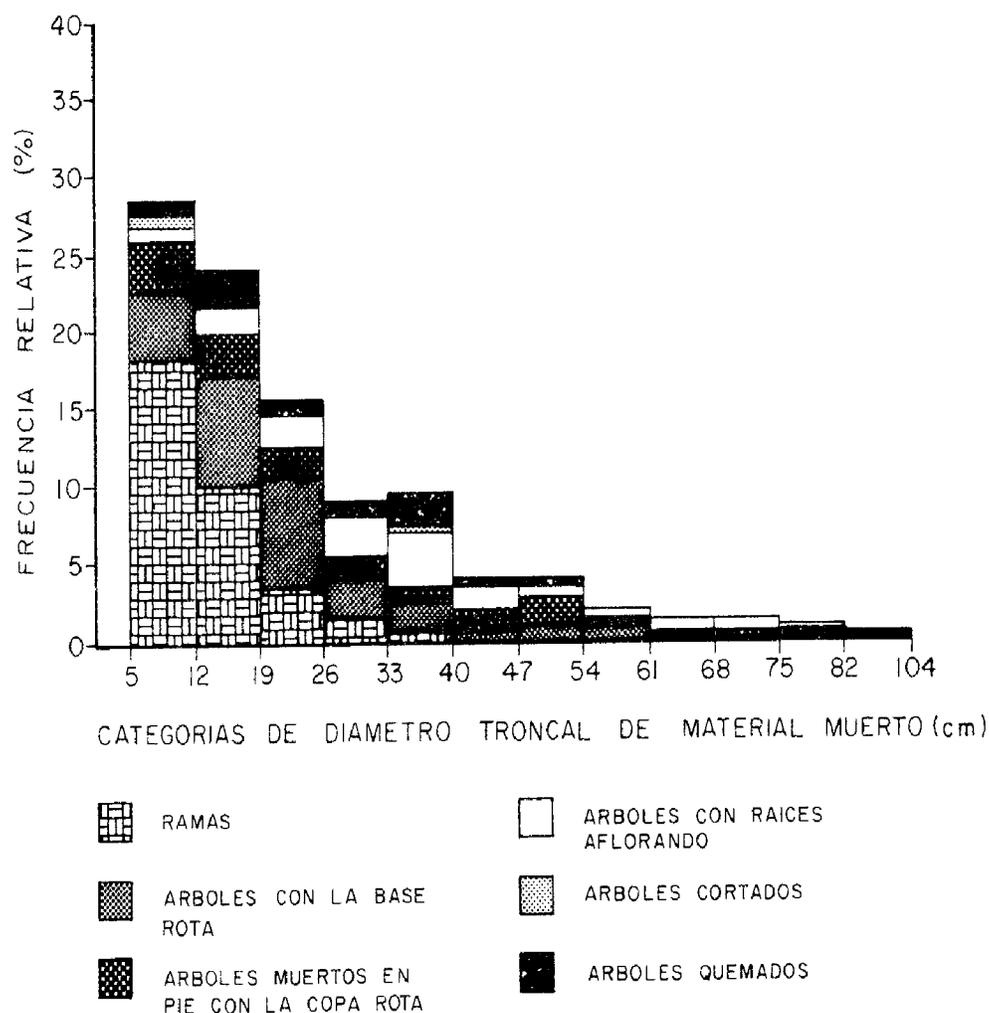


Figura 2. Abundancia relativa del material muerto agrupado por categorías de diámetro troncal para el bosque de pino-encino de la Sierra de La Laguna.

3 se muestra el modelo que se probó. El análisis se hizo para determinar si existían diferencias significativas entre el área de perturbación y el tipo de muerte. Los resultados muestran que sí hay diferencias. El área que perturban los árboles que mueren con las raíces aflorando, es estadísticamente diferente a la que se produce por los otros tres tipos de muerte (muertos en pie, base rota y cortados).

A continuación se probó si el tipo de muerte era característico de la especie mediante una prueba de ji-cuadrada de independencia para una tabla de 4×5 considerando como tipos de muerte ARA, BRO, MCR, y ACO, relacionándose con las 5 especies arbóreas. La hipótesis de nulidad de que las especies y los tipos de muerte eran independientes se rechazó con un 99% de confianza ($X^2 = 30.687$; 12 g.l.). De acuerdo con estos resultados, se puede apreciar que *Quercus devia* presenta un tipo de caída diferente al de *Pinus cembroides*, *Arbutus peninsularis*

Cuadro 2. Resultado del análisis de componentes principales realizado con las mediciones registradas sobre los árboles muertos.

Variable	Componentes Principales				
	1	2	3	4	5
Area de perturbación	0.83	-0.04	-0.03	-0.16	-0.03
Longitud	0.77	-0.20	-0.06	0.06	0.20
D.A.P.	0.77	0.24	-0.06	0.19	0.24
Especie	-0.004	0.76	0.19	0.23	0.05
Pendiente	0.12	-0.63	0.22	0.39	-0.19
Tipo de caída	-0.25	-0.52	0.01	-0.27	0.66
Ladera	-0.12	0.29	-0.72	-0.23	0.23
Afloramientos rocosos	-0.11	0.26	0.72	0.03	0.45
No. de árboles	0.24	0.06	0.38	-0.80	0.28
Varianza explicada por los componentes:	2.05	1.50	1.26	1.03	0.90
Porcentaje del total de la varianza explicado por cada componente:	22.75	16.72	14.05	11.48	10.03

y *Nolina beldingii*. Los encinos generalmente mueren con las raíces aflorando (52.59%), resultado que es de esperarse ya que el encino negro es de las especies que alcanza la mayor talla en la comunidad y es una de las dominantes; mientras que los pinos mueren en pie (40.37%) o con la base rota (50%). Los madroños y los sotoles mueren indistintamente, y muy pocos tocones presentan evidencias de haber sido cortados.

Cuadro 3. Análisis de varianza de una vía y comparaciones múltiples para probar diferencias entre el área de perturbación y el tipo de caída de los árboles. Simbología: ARA, árboles con raíces aflorando; MCR, árboles muertos en pie; BRO, árboles con la base rota; ACO, árboles cortados. Nivel de significancia: *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Tipo de caída	11 624.186	3	3 874.729	4.57**
Error	267 929.166	316	847.877	
Comparaciones múltiples F (1,315)				
	ARA	MCR	BRO	ACO
ARA	—	7.401**	11.230***	4.128*
MCR		—	0.183	1.456
BRO			—	1.222
ACO				—

Una segunda prueba de ji-cuadrada que se realizó para una tabla de 2×5 reveló que existían diferencias entre los troncos que presentaban evidencias de fuego y las 5 especies. El valor estimado de X^2 se calculó en 51.847, con 4 g.l. y una $p < 0.001$. Por lo tanto la hipótesis nula de independencia se rechazó y se concluyó que los árboles quemados están altamente asociados con una especie, *P. cembroides*, ya que el 79.31% de los troncos quemados son pinos. Los resultados obtenidos sugieren que existe un modo específico de muerte para las especies dominantes en este bosque: los encinos mueren con las raíces aflorando, mientras que los pinos se rompen en su base o mueren en pie y generalmente se encuentran quemados, ambos aspectos relacionados se deben tal vez a la acción de los rayos.

Por otro lado, se encontró que los árboles seguían al caer el patrón general de circulación de vientos para esta zona. La Fig. 3 muestra la dirección de caída de los árboles que encontramos sobre la ladera norte. De acuerdo con los porcentajes que se presentan en el recuadro inferior se puede notar que el mayor porcentaje de los árboles cayeron en dirección opuesta a la pendiente —esto es pendiente arriba— como resultado de la acción de los vientos, que en esta región del país provienen del norte y del noroeste. Los vientos alcanzan velocidades ciclónicas

durante el verano, que es también cuando se presenta el periodo de lluvias. El efecto del viento es más claro cuando analizamos lo que sucede con estos árboles en las laderas expuestas al sur (Fig. 4). Alrededor del 72% de los árboles cayeron siguiendo esta dirección de los vientos. Es importante recalcar que en los últimos once años, la península de Baja California se ha visto seriamente afectada por los ciclones Lisa (1976), Guillermo (1979) y Paul (1983), los cuales ocasionaron grandes modificaciones en los ecosistemas naturales de la Región del Cabo.

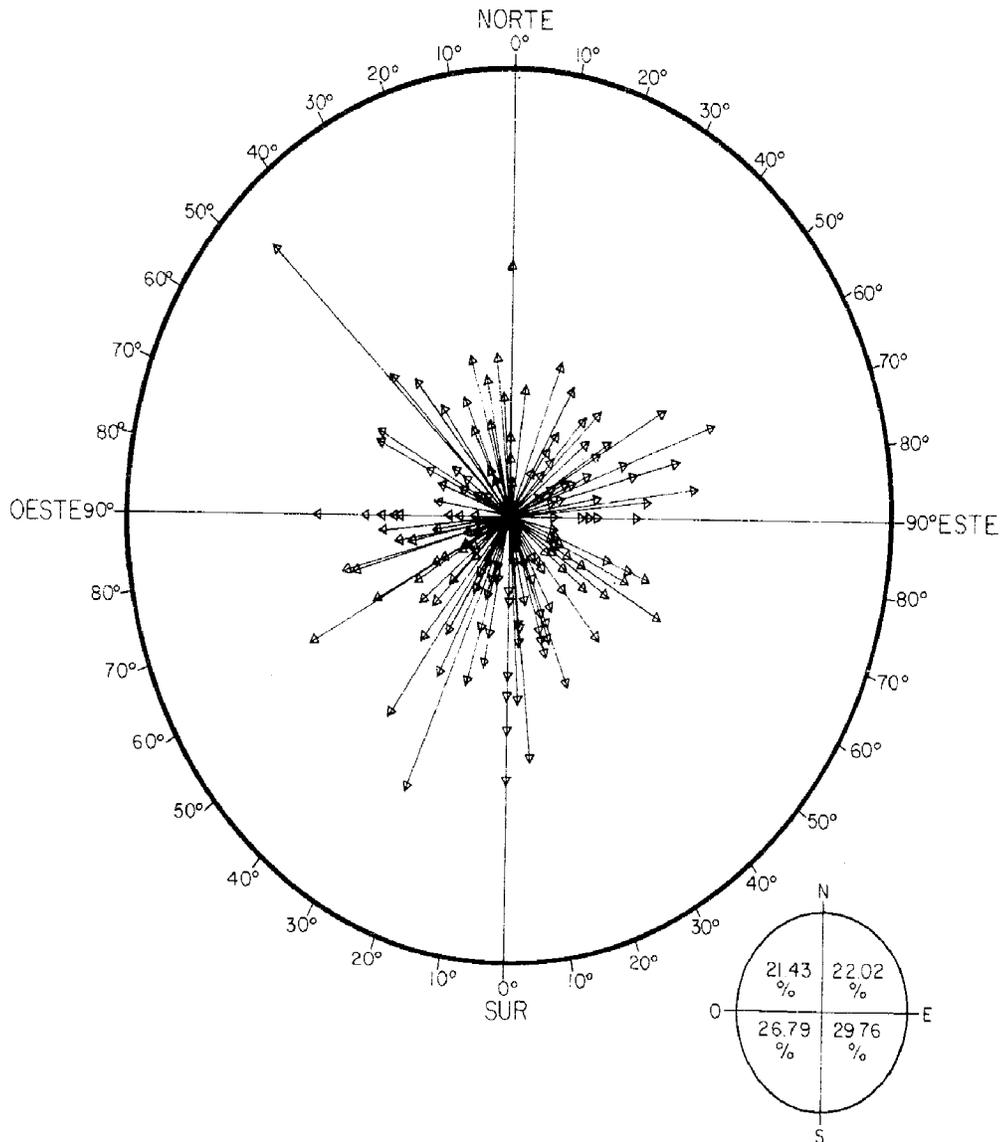


Figura 3. Frecuencia y dirección de caída de los árboles en laderas expuestas hacia el norte en el bosque de pino-encino. El tamaño de cada flecha es proporcional al tamaño real del tronco. Los porcentajes de árboles por cuadrante se presentan en el recuadro inferior.

Discusión

En los bosques en donde se produce la caída de árboles por perturbaciones endógenas, esto es que los árboles mueren como resultado de senectud fisiológica (Bormann y Likens, 1979; White, 1979), la magnitud de las perturbaciones por caída de árboles es considerablemente menor a la que se presenta en el bosque de la Sierra de La Laguna (Cuadro 1). Barden (1980) registró tan sólo 3.83 parches

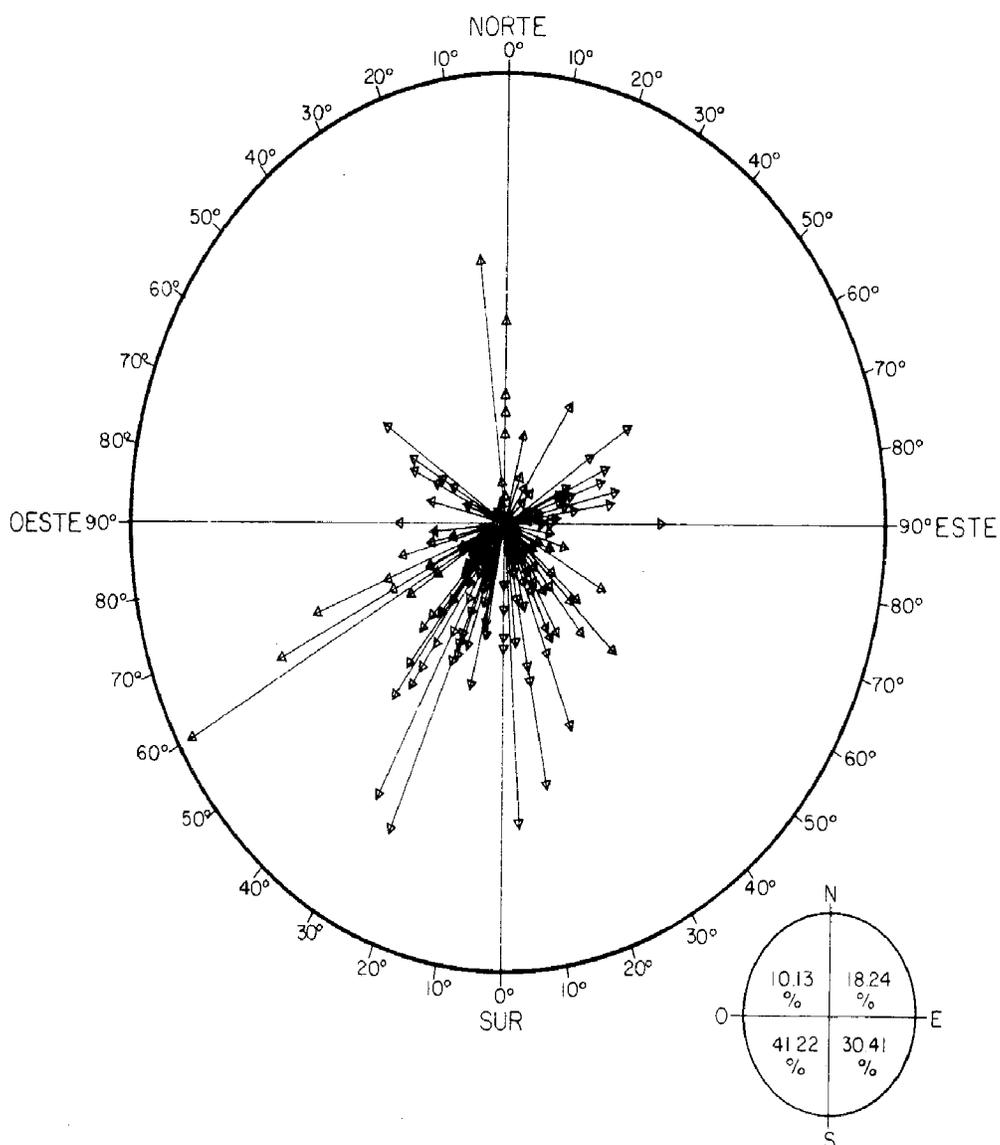


Figura 4. Dirección de caída de los árboles en laderas expuestas hacia el sur en el bosque de pino-encino de la Sierra de La Laguna.

por hectárea en zonas protegidas al fuego, al viento y a la explotación humana en un bosque templado de Tennessee en E.U. En otras comunidades más expuestas del noroeste de Estados Unidos, se reporta que el 9.5% del total del área está perturbada por la caída de árboles (Runkle, 1982). Asimismo como resultado de la acción del viento, en los bosques del suroeste de Carolina del Norte se presenta del 15 al 30% del área perturbada por este tipo de eventos (Lorimer, 1980), lo cual coincide con los resultados obtenidos para Baja California Sur.

En la comunidad de la Sierra de La Laguna predominan los parches pequeños formados por la caída de un sólo árbol (Fig. 1). En los bosques templados, a diferencia de las comunidades tropicales, es más frecuente la creación de claros por la caída de un sólo árbol, que por caídas múltiples (Barden, 1980; Foster y Reiners, 1986; Yetter y Runkle, 1986), lo que trae como consecuencia que las dimensiones de los parches sean más pequeñas que las que se han estimado para comunidades tropicales. Los tamaños promedio de claros que se han obtenido para otras comunidades, y que se han ajustado a distribuciones lognormales, como son bosques deciduos del noreste de Estados Unidos (Runkle, 1982) y bosques mesófilos que crecen a la misma latitud y que también están seriamente afectados por la incidencia de ciclones tropicales (Arriaga, 1987; 1988), resultan ser considerablemente mayores que los obtenidos para la Sierra de La Laguna (Cuadro 1). Esto se puede explicar considerando los modos de muerte especie-específicos que se presentan en el bosque, los cuales se ha visto que afectan el tamaño de los claros (Brokaw, 1985).

Una comparación entre los modos de muerte que se presentan para diferentes comunidades que han sido afectadas por perturbaciones exógenas particularmente ciclones y tormentas tropicales, se expone en el Cuadro 4. En el cuadro también se muestran los resultados obtenidos para el bosque de pino-encino de Baja California Sur. El mayor porcentaje de árboles muertos lo representan aquéllos que caen con la base rota. De acuerdo con Putz *et al.* (1983), este tipo de caídas es característico de árboles con madera blanda, los cuales generalmente son capaces de retoñar y por tanto de presentar una posición ventajosa para reocupar el vacío que producen en el dosel como resultado de su propia caída.

Los árboles que mueren en pie son muy frecuentes en el bosque de pino-encino (Cuadro 4). Este tipo de muerte generalmente se presenta por senectud fisiológica, aunque considero que no es el caso para la Sierra de La Laguna; ya que existen árboles vivos de categorías diamétricas superiores a los muertos en pie. Una explicación más factible es que mueran como resultado del fuego o de la acción de los rayos. De acuerdo con los resultados que indican que existe una alta incidencia de árboles con la copa rota y quemados, pienso que esta especie muere como resultado de golpes por rayos, lo que provoca la pérdida de su porción apical. Se ha visto que los pinos presentan poca elasticidad en respuesta al viento (Johnson, 1987), y que una mayor altura implica un mayor riesgo para romperse (King, 1986; Jane, 1986). Si el árbol no muere quemado, seguramente la pérdida de su porción apical determina su muerte, ya que los pinos son especies que presentan una alta dominancia apical y cuyo crecimiento depende en gran medida del crecimiento del brote apical o "líder" (Brown *et al.*, 1967; Cannell, 1974). Los ár-

Cuadro 4. Tipos de muerte para árboles de diferentes comunidades boscosas.

Comunidades boscosas	Tipos de muerte					Autor
	Árboles con raíces aflorando (%)	Árboles con bases rotas (%)	Árboles muertos en pie (%)	Árboles cortados (%)	Otros (%)	
Bosque tropical húmedo Barro Colorado, Panamá	17	60	14	—	9	Putz y Milton (1982)
Bosque mesófilo de montaña <i>Liquidambar, Quercus</i> Tamaulipas México	25	75	—	—	—	Putz <i>et al.</i> (1983)
Bosque templado húmedo <i>Tsuga, Fagus, Acer</i> Montes Apalaches E.U.A.	52.7	29.1	13.9	3	1.3	Arriaga (1988)
Bosque templado húmedo <i>Fagus, Mangnolia</i> Texas E.U.A.	19	58	10	—	13	Runkle (1982)
Bosque templado <i>Tilia, Carpinus Pinus, Quercus</i> Bialowieza, Polonia	—	21	77	—	2	Harcombe y Marks (1983)
Bosque templado <i>Pinus, Quercus</i> Baja California Sur México	50.8	8.4	40	—	0.8	Falinski (1978)
	20.5	39.5	26.4	0.9	12.7	Presente trabajo

boles que mueren de pie se desintegran gradualmente y su tronco cae al suelo sólo cuando está lo suficientemente podrido, por lo cual también es muy elevado el porcentaje de árboles con la base rota (Cuadro 4). Los árboles que mueren en pie generan la formación de claros pequeños y estrechos a una tasa de apertura muy baja. El elevado porcentaje de este tipo de muerte (Cuadro 4) podría explicar la ocurrencia de parches tan pequeños en el bosque de pino-encino que se está analizando (Cuadro 1, Fig. 1).

Por otro lado, cuando un árbol cae con las raíces aflorando generalmente produce claros de mayor tamaño (Cuadro 3). Especies de madera dura como *Quercus*, *Acer*, *Carpinus* y *Fagus*, generalmente mueren con sus raíces aflorando (Putz *et al.*, 1983). Estos resultados concuerdan con los que obtuve para el bosque de la Sierra de La Laguna, ya que el 62.9% de los árboles que cayeron con las raíces aflorando pertenecían al género *Quercus*. Este tipo de caída es característico de los árboles que crecen en bosques afectados por el efecto del viento y ciclones. Asimismo se ha reconocido como un factor importante que afecta el desarrollo del suelo, así como los procesos de regeneración ya que el banco de semillas se remueve en el momento que se produce la caída (Armoson y Fessenden, 1973).

Por último, se puede decir que la caída de árboles en el bosque de pino-encino es un proceso que está afectando la estabilidad del ecosistema en cuanto a su estructura y a su funcionamiento. Este aspecto es importante recalcarlo ya que a pesar de que el bosque no ha sido explotado por el hombre (Cuadro 4), por lo poco accesible y por considerarse como un recurso no maderable (Villa-Salas, 1968), las políticas que deberán plantearse en un futuro para el manejo de la vegetación y para su conservación a través del plan de Reservas de la Biósfera, deberán contemplar necesariamente el régimen de caída de árboles. Sobre todo si no se quieren alterar los procesos naturales de regeneración o favorecer los procesos erosivos y la degradación del suelo.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados discutidos anteriormente, se puede concluir que la caída de árboles es de gran importancia en la comunidad y que se produce como respuesta a perturbaciones exógenas. Los ciclones tropicales así como el viento, la lluvia y la incidencia de rayos son los factores que determinan en mayor medida la mortalidad de árboles para este bosque. Asimismo, se puede concluir que existe un tipo de mortalidad característico de las especies dominantes. Los encinos mueren generalmente con las raíces aflorando y los pinos mueren en pie como resultado de la ruptura de su copa. Por otro lado, el alto porcentaje de árboles muertos en pie y la abundancia de parches pequeños sugiere que el bosque presenta una baja tasa de renovación, la cual habría que estimar posteriormente. Finalmente, se considera necesario realizar investigaciones más profundas para determinar la influencia que tienen las diferentes formas de muerte de los árboles en la regeneración de los parches.

Agradecimientos

Quisiera agradecer el apoyo que me brindó el Dr. A. Ortega en la realización del trabajo, así como sus valiosos comentarios. R. Domínguez, M. Acevedo, A. Cota y F. Cota colaboraron conmigo en el trabajo de campo.

Literatura citada

- Armson, K.A. y R.J. Fessenden. 1973. Forest windthrows and their influence on soil morphology. *Soil Science Society American Proceedings* 37: 781-783.
- Arriaga, L. 1987. Perturbaciones naturales por la caída de árboles, p 133-152. In: *El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas*. H. Puig y R. Bracho (Eds.). Instituto de Ecología. México.
- Arriaga, L. 1988 Gap dynamics of a tropical cloud forest in Northeastern Mexico. *Biotropica* 20(3):178-184.
- Barden, L.S. 1980. Tree replacement in a cove hardwood forest of the southern Appalachians. *Oikos* 35: 16-19.
- Bormann, F.H. y G.E. Likenes. 1979. Catastrophic disturbance and the steady state in northern hardwood forests. *American Scientist* 67: 660-669.
- Brewer, R. y P.G. Merritt. 1978. Wind throw and tree replacement in a climax beech-maple forest. *Oikos* 30: 149-152.
- Brokaw, N.V.L. 1982. Treefalls: Frequency, timing and consequences, p 101-108. In: *The ecology of a tropical forest*. E.G. Leigh, A.S. Rand and D.M. Windsor (Eds.). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Brokaw, N.V.L. 1985. Treefalls, regrowth and community structure on tropical forest, p 53-69. In: *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. S.T.A Pickett y P.S. White (Eds.). Academic Press. Nueva York.
- Brown, C. L., R. G. Mc Alpine y P.P. Kormanik. 1967. Apical dominance and form in woody plants: A reappraisal. *American Journal of Botany* 54(2): 153-162.
- Cannell, M.G.R. 1974. Production of branches and foliage by young trees of *Pinus contorta* and *Picea sitchensis*: Provenance differences and their simulation. *Journal of Applied Ecology* 11(3): 1091-1115.
- Everitt, B.S. 1977. *The analysis of contingency tables*. Chapman y Hall Ltd. Londres.
- Falinski, J.B. 1978. Uprooted trees, their distribution and influence in the primeval forest biotope. *Vegetatio* 38(3): 175-183.
- Foster, J.R. y W.A. Reiners. 1986. Size distribution and expansion of canopy gaps in a northern Appalachian spruce-fir forest. *Vegetatio* 68: 109-114.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, U.N.A.M. México, 252 pp.
- Harcombe, P.A. y P.L. Marks. 1983. Five years of tree death in a *Fagus-Magnolia* Forest, southeast Texas (USA). *Oecologia* (Berlin) 57: 49-54.
- Henry, J.D. y J.M.A. Swan. 1974. Reconstructing forest history from live and dead plant material-an approach to the study of forest in southwest New Hampshire. *Ecology* 55: 772-783.
- Jane, G.T. 1986. Wind damage as an ecological process in mountain beech forests of Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 9: 25-39.
- Jáuregui, E. 1967. Las ondas del este y los ciclones tropicales en México. *Ingeniería Hidráulica en México* 21(3): 197-208.

- Johnson, E.A. 1987. The relative importance of snow avalanche disturbance and thinning on canopy plant populations. *Ecology* 68(1): 43-53.
- King, D.A. 1986. Tree form, height growth, and susceptibility to wind damage in *Acer saccharum*. *Ecology* 67(4): 980-990.
- Kreyszig, E. 1982. *Introducción a la estadística matemática. Principios y métodos*. Editorial Limusa, México. 505 pp.
- Lorimer, C.G. 1977. The presettlement forest and natural disturbance cycle of northeastern Maine. *Ecology* 58:139-148.
- Lorimer, C.G. 1980. Age structure and disturbance history of a Southern Appalachian virgin forest. *Ecology* 61(5): 1169-1184.
- Montgomery, D.C. 1967. *Design and analysis of experiments*. John Wiley and Sons. Nueva York, E.U.A. 418 pp.
- Morrison, D.F. 1981. *Multivariate statistical methods*. McGraw Hill Inc. Tokio, Japón. 415 pp.
- Putz, F.E. y K. Milton. 1982. Tree mortality rates on Barro Colorado Island, p 95-100. In: *The ecology of a tropical forest. Seasonal rhythms and longterm changes*. E.G. Leigh, A.S. Stanley y D.M. Windsor (Eds.). Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. E.U.A.
- Putz, F.E., P.D. Coley, K. Lu, A. Montalvo y A. Aiello. 1983. Uprooting and snapping of trees: Structural and ecological consequences. *Canadian Journal Forest Research* 13: 1011-1020.
- Runkle, J. 1982. Patterns of disturbance in some oldgrowth mesic forests of eastern North America. *Ecology* 63(5): 1533-1546.
- Runkle, J. 1985. Disturbance regimes in temperate forests, p 17-33. In: *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. S.T.A. Pickett y P.S. White (Eds.). Academic Press. Nueva York.
- Stewart, G.H. 1986. Forest dynamics and disturbance in a beech/hardwood forest, Fiordland, New Zealand. *Vegetatio* 68: 115-126.
- Veblen, T.T. 1986. Treefalls and the coexistence of conifers in subalpine forests of the Central Rockies. *Ecology* 67(3): 664-649.
- Villa-Salas, A.B. 1968. *La vegetación forestal en el extremo meridional de Baja California*. Dirección General del inventario Forestal Pub. No. 10, SFF. SARH. México.
- White, P.S. 1979. Pattern, process and natural disturbance in vegetation. *The Botanical Review* 45: 229-299.
- Wood, T.W.W. 1970. Wind damage in the forest of Western Samoa. *The Malayan Forester* 33(1): 92-99.
- Yetter, T.C. y J.R. Runke 1986. Height growth rates of canopy tree species in southern Appalachian gaps. *Castanea* 51(3): 157-167.

SECCIÓN III

**EL AMBIENTE BIOLÓGICO:
INVERTEBRADOS**

CAPÍTULO 9

FAUNA COLEMBOLÓGICA DE HOJARASCA
Y SUELO*Ma. Magdalena Vázquez***Resumen**

Se presentan los resultados de los estudios realizados sobre el grupo de Collembola (Insecta: Apterygota) en el bosque de pino-encino y otros sitios de la Sierra de La Laguna.

Las familias de Collembola que se reportan para La Sierra de La Laguna son: Hypogastruridae con seis géneros y diez especies; Onychiuridae con dos géneros y dos especies; Neanuridae con catorce especies agrupadas en seis géneros; Isotomidae con siete especies comprendidas en dos géneros; Entomobryidae con cuatro especies repartidas en cuatro géneros y las siguientes familias: Cyphoderidae, Neelidae, Arrhopalitidae y Katiannidae con un solo género y especie.

De cada una de las especies se proporcionan datos sobre la distribución altitudinal en base a los muestreos sistemáticos realizados en siete sitios que se ubican desde el nivel del mar, hasta la parte más alta del bosque de pino-encino. Se tomaron muestras de quince distintos biotopos lo que permitió conocer la preferencia de hábitat y características ecológicas de las especies, las que en su mayoría presentan una clara filiación neártica.

Abstract

Results of the studies on the Collembola group [Insecta: Apterygota] of pine-oak forest and other sites from the Sierra de La Laguna, Baja California Sur, are presented.

The families of Collembola reported for the Sierra de La Laguna are: Hypogastruridae with six genera and ten species; Neanuridae with fourteen species grouped in six genera; Entomobryidae with four species in four genera. The following families: Cyphoderidae, Neelidae, Arrhopalitidae and Katiannidae have only one genera and one species each one.

Information about altitudinal distribution obtained of systematic collects in seven sites located from sea level to pine-oak forest is given.

Samples of fifteen biotopes were taken, knowing the preference of habitat and some ecological characteristics of the species. Most of them are of a clear nearctic filiation.

Introducción

El estudio de los colémbolos en México es aún fragmentario y los esfuerzos realizados por unos cuantos investigadores resulta insuficiente para abarcar la riqueza faunística que conforman los cientos de biotopos, hábitats y regiones biogeográficas que constituyen a la República Mexicana.

Una de las regiones de México aún menos estudiada y de donde prácticamente no se conocían especies, es la península de Baja California y en especial la Sierra de La Laguna, enclavada en la Región del Cabo.

Los primeros registros que se conocen de los colémbolos peninsulares pertenecen a Schott, quien en 1896 registra dos especies de *Seira* de Baja California. Bonet [1946] describe *Tafallia insularis* de la isla de Cedros, Baja California.

Estos son los únicos registros que se conocían para la Península antes de que el autor iniciara los estudios de los microartrópodos del suelo en el bosque de pino-encino en la Sierra de La Laguna.

En 1983 se iniciaron una serie de colectas sistemáticas, realizadas mensualmente durante dos años en el bosque de pino-encino, que posteriormente se ampliaron a otras comunidades de la Sierra desde el nivel del mar, hasta los 1,800 m donde se localiza el bosque.

Las colectas llevadas a cabo durante cinco años, en dos ocasiones en colaboración con el Dr. Palacios-Vargas, han permitido obtener una gran cantidad de ejemplares representantes de todos los grupos, material que ha hecho posible la descripción de especies nuevas como: *Xenyllodes mohuitli* Vázquez y Palacios-Vargas (1986), *Axenyllodes americanus* Vázquez y Palacios-Vargas (1988), *Paraxeny'la lapazana* Palacios-Vargas y Vázquez (1988), *Willemia arenicola* Palacios-Vargas y Vázquez (1988), *W. bellingeri* Palacios-Vargas y Vázquez (1988). Así como la revisión de géneros y redescipción de especies como *Americabria arida* (Christiansen y Bellinger, 1980) con material de Baja California Sur.

Se cuenta además, con material que requiere de estudios más profundos y que sin lugar a dudas permitirá dar a conocer un mayor número de especies nuevas para la ciencia.

Los objetivos principales de este estudio son: contribuir al conocimiento de dos grupos de microartrópodos, (ácaros y colémbolos) como principales componentes de la edafauna; conocer la composición faunística de los colémbolos, su distribución geográfica, la variación y distribución altitudinal de las especies desde el nivel del mar, hasta el bosque en la Sierra de La Laguna, así como la clasificación ecológica de acuerdo a los hábitats ocupados.

Área de estudio

Los estudios sobre microartrópodos del suelo (ácaros y colémbolos), se iniciaron en el bosque de pino-encino, situado en la Sierra de La Laguna en Baja California Sur. Estos estudios se enfocaron principalmente a los colémbolos. Posteriormente se ampliaron los sitios de estudio a lo largo del Cañón de La Zorra con el fin de conocer la distribución y variación altitudinal de las especies, estudiadas inicialmente en el bosque.

La Sierra de La Laguna se localiza en la porción austral de la península de Baja California, de los 22° 51' a los 24° latitud norte, y de los 109° 23' a los 110° 10' longitud oeste.

La Sierra de La Laguna se puede considerar desde las colinas a una altura aproximada de 240 m hasta las cumbres más altas que alcanzan los 2,000 m.

En el bosque se seleccionaron dos áreas de estudio. El valle de La Laguna y un sitio cercano al campamento "Palo Extraño". En el valle de La Laguna se localiza una cañada, cuya hojarasca alcanza hasta 50 cms de grosor y se encuentra constituida principalmente por hojas de encino blanco (*Quercus reticulata*). La capa de tierra bajo la hojarasca es negra y destacan los excrementos de Diplopoda, que se encuentran en gran cantidad.

En la parte correspondiente al valle de La Laguna, donde corren pequeños arroyos y se forman remansos de agua, se localizan sitios donde predominan los pinos, lo que permitió tomar muestras de mantillo compuestas principalmente de agujas de pino (*Pinus lagunae*).

Otro sitio de estudio se seleccionó cerca del campamento "Palo Extraño". En este lugar, la hojarasca se encuentra constituida principalmente de hojas de encino negro (*Quercus devia*) mezclada con hojas de madroño (*Arbutus peninsularis*).

Dentro de las áreas seleccionadas se muestreó la hojarasca y el suelo hasta 10 cm de profundidad además de una gran variedad de microhábitats.

Metodología

La mayoría de las muestras de hojarasca y suelo fueron procesadas en embudos de Berlese, utilizando fuentes de luz. De suelos áridos, arena de playas, de arroyos, piedras, boñigas de ganado y raíces de plantas, se hicieron lavados para la extracción de los microartrópodos.

Para coleccionar fauna del epineuston sobre arroyos y remansos de agua, se colocaron trampas consistentes en cajas de Petri con alcohol, que se ponían a flotar sobre el agua del lugar seleccionado para la colecta.

Los biotopos muestreados como musgos, líquenes y otras epífitas, también se procesaron en embudos de Berlese.

En muchas ocasiones se combinaron dos y hasta tres técnicas, lo que amplió la posibilidad de obtención de ejemplares. Manualmente se revisaron cortezas de árboles, bajo las rocas y troncos en descomposición.

Todos los organismos colectados fueron separados e identificados a grandes

Cuadro 1. Listado faunístico de Collembola.

Insecta: Apterygota.	<i>Pseudachorutes corticicolus</i> (Schaffer, 1896).
Clase Insecta	<i>P. indiana</i> Christiansen y Bellingher, 1980.
Subclase Apterygota	<i>Pseudachorutes</i> sp. Tullberg, 1871.
Orden Collembola	<i>Xenyllodes armatus</i> Axelson, 1903.
	<i>X. mohuilli</i> Vázquez y Palacios - Vargas, 1986.
Fam. Hypogastruridae. Börner, 1913.	
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet), 1841.	Fam. Isotomidae Börner, 1913.
<i>Paraxenylla lapazana</i> Palacios - Vargas y Vázquez, 1988.	<i>Ballistura</i> sp. Börner, 1906.
<i>Schoetella distincta</i> (Denis, 1921).	<i>Folsomides americanus</i> Denis, 1931.
<i>Tafallia insularis</i> Bonet, 1946.	<i>Folsomides angularis</i> (Axelson, 1905).
<i>Willemia arenicola</i> Palacios - Vargas y Vázquez, 1988.	<i>Isotomurus bimus</i> Christiansen y Bellingher, 1980.
<i>W. bellingeri</i> Palacios - Vargas y Vázquez, 1988.	<i>Folsomina onychiurina</i> (Denis) 1931.
<i>Xenylla christianseni</i> Gama, 1974.	<i>Isotoma viridis</i> Bourlet, 1839.
<i>X. duchesnea</i> Wray, 1958.	<i>Proisotoma immersa</i> (Folsom), 1924.
<i>X. grisea</i> Axelson, 1900.	
<i>X. humicola</i> . Fabricius, 1780	Fam. Entomobryidae Tomoswary, 1882.
Fam. Onychiuridae, Börner, 1913.	<i>Americabrya arida</i> (Christiansen y Bellingher), 1980.
<i>Mesaphorura yosii</i> Rusek, 1967	<i>Lepydocirtus</i> sp. Bourlet, 1839.
<i>Onychiurus encarpatus</i> Denis, 1931	<i>Pseudosinella</i> sp. Schaffer, 1870.
	<i>Seira</i> sp. Lubbock, 1870.
Fam. Neanuridae Börner, 1913.	
<i>Axenyllodes americanus</i> Vázquez y Palacios - Vargas, 1988.	Fam. Cyphoderidae Börner, 1913.
<i>Arlesia</i> sp. Handschin, 1942.	<i>Cyphoderus similis</i> Folsom, 1927.
<i>Brachystomella arida</i> Christiansen y Bellingher, 1980	
<i>B. barrerae</i> Palacios - Vargas, 1981.	Fam. Neelidae Folsom, 1896.
<i>B. gt. parvula</i> (Schaffer, 1896).	<i>Megalothorax minimus</i> Willem, 1900.
<i>B. villalobosi</i> Cassagnau y Rapoport, 1962.	
<i>Friesea</i> sp. Dalla Torre, 1895	Fam. Arrhopalitidae Stach, 1956.
<i>Friesea</i> ca. <i>cera</i> Christiansen y Bellingher, 1974.	<i>Arrhopalites</i> ca. <i>amarus</i> Christiansen, 1966.
<i>Friesea grandis</i> Mills, 1934.	
	Fam. Katiannidae. Börner, 1913.
	<i>Sminthurinus quadrinaculatus</i> (Ryder, 1878)

Cuadro 2. Distribución altitudinal de las especies.

	Sitios						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>Ceratophysella armata</i>				x			x
<i>Paraxenylla lapazana</i>	x						
<i>Schoetella distincta</i>				x	x		x
<i>Tafallia insularis</i>			x				x
<i>Willemia bellingeri</i>	x						
<i>Willemia arenicola</i>	x						
<i>Xenylla christianseni</i>							x
<i>X. duchesnea</i>							x
<i>X. grisea</i>							x
<i>X. humicola</i>				x			
<i>Mesaphorura yosii</i>			x				x
<i>Onychiurus encarpatus</i>						x	x
<i>Arlisia</i> sp.							x
<i>Axenyllodes americanus</i>						x	
<i>Brachystomella arida</i>				x			
<i>B. barrerae</i>							x
<i>B. gr. parvula</i>			x	x			
<i>B. villalobosi</i>							x
<i>Friesea</i> sp.				x			
<i>Friesea ca. cera</i>				x			
<i>Friesea grandis</i>			x	x			x
<i>Pseudachorutes corticicolus</i>			x				x
<i>P. indiana</i>							x
<i>Pseudachorutes</i> sp.				x		x	x
<i>Xenyllodes armatus</i>							x
<i>Xenyllodes mohuitli</i>						x	x
<i>Ballistura</i> sp.							x
<i>Folsomides americanus</i>		x					
<i>F. angularis</i>							x
<i>Isotomurus bimus</i>			x				
<i>Folsomina onychiurina</i>			x	x			
<i>Isotoma viridis</i>							x
<i>Proisotoma immersa</i>							x
<i>Americabrya arida</i>							x
<i>Lepidocyrtus</i> sp.				x			x
<i>Pseudosinella</i> sp.				x			
<i>Seira</i> sp.	x						x
<i>Cyphoderus similis</i>		x	x				
<i>Megalothorax minimus</i>							x
<i>Arrhopalites ca. amarus</i>							x
<i>Sminthurinus quadrimaculatus</i>							x

Sitio I: Playas 0 m. Sitio II: Santiago, 180 m. Sitio III: San Bartolo, 350 m. Sitio IV: Ancón de La Mano, 420 m. Sitio V Pozas Cuatas, 600 m. Sitio VI: Paso de Cecilia, 840 m. Sitio VII: Bosque de pinoencino, 1720 m.

taxa bajo un microscopio estereoscópico y se fijaron en alcohol al 70%, con los datos de colecta. Con algunos ejemplares se hicieron preparaciones permanentes en líquido de Hoyer para el estudio e identificación a especie. Con los organismos preparados e identificados se ha formado una colección de referencia.

Los ejemplares que no correspondieron a las especies descritas se separaron para su estudio y descripción. Los dibujos de las nuevas especies descritas se hicieron con la ayuda de la cámara clara. Las identificaciones se hicieron con un microscopio óptico.

Resultados

Del material estudiado se hace un análisis de la distribución altitudinal de las especies (Cuadro 2), presentándose una relación de las especies identificadas (Cuadro 1) y su distribución geográfica. Los muestreos comprendieron una gran variedad de microhábitats desde el nivel del mar, hasta el bosque de pino-encino (Cuadro 3), lo que nos permitió conocer la preferencia de las especies por determinado microhábitat (Cuadro 4).

Cuadro 3. Biotopos muestreados y metodología utilizada.

-
- 1.- SUELOS (lavado de suelos).
 - 2.- ARENA DE PLAYAS (lavado y flotación).
 - 3.- MANGLAR (lavados y embudos de Berlese).
 - 4.- ARENA DE ARROYOS (lavado y flotación).
 - 5.- MUSGO SOBRE ROCA (embudos de Berlese).
 - 6.- HONGOS (lavado y flotación).
 - 7.- CORTEZAS DE ARBOLES (colecta manual y embudos de Berlese).
 - 8.- HOJARASCA DE GUERIBO (embudos de Berlese).
 - 9.- HOJARASCA DE ENCINO NEGRO (embudos de Berlese).
 - 10.- HOJARASCA DE ENCINO BLANCO (embudos de Berlese).
 - 11.- HOJARASCA DE PINO (embudos de Berlese).
 - 12.- HOJARASCA DE MADROÑO (embudo de Berlese).
 - 13.- HOJARASCA DE PALMA (colecta manual y embudos de Berlese).
 - 14.- HOJARASCA DE ARBOLES FRUTALES (embudos de Berlese).
 - 15.- TALUD (colecta manual y embudos de Berlese).
-

Cuadro 4. Preferencia de microhábitats de las especies

Especies	Microhábitats														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Ceratophysella armata</i>					x	x									
<i>Paraxenylla lapazana</i>		x	x												
<i>Schoetella distincta</i>				x						x					
<i>Tafallia insularis</i>										x					
<i>Willemia arenicola</i>		x													
<i>W. bellingeri</i>		x													
<i>Xenylla christianseni</i>										x					
<i>X. duchesnea</i>										x					
<i>X. grisea</i>							x								
<i>X. humicola</i>	x														
<i>Mesaphorura yosii</i>										x					
<i>Onychiurus encarpatus</i>								x		x		x			
<i>Arlesia sp.</i>									x						
<i>Axenyllodes americanus</i>								x							
<i>Brachystomella arida</i>	x														
<i>B. barrerai</i>						x									
<i>B. gr. parvula</i>				x										x	x
<i>B. villalobosi</i>					x	x	x								
<i>Friesea sp.</i>				x											
<i>Friesea ca cera</i>	x														
<i>Friesea grandis</i>	x			x		x								x	
<i>Pseudachorutes corticicolus</i>										x					x
<i>P. indiana</i>										x					
<i>Xenyllodes armatus</i>												x			
<i>X. mohuitli</i>					x		x	x							
<i>Ballistura sp.</i>									x						
<i>Folsomides americanus</i>													x		
<i>Folsomides angularis</i>					x										
<i>Isotomurus bimus</i>														x	x
<i>Folsomina onychiurina</i>	x			x										x	
<i>Isotoma viridis</i>						x									
<i>Proisotoma immersa</i>						x									
<i>Americabrya arida</i>						x				x		x			
<i>Lepidocyrtus sp.</i>							x		x						
<i>Pseudosinella sp.</i>							x								
<i>Seira sp.</i>		x			x				x		x		x		
<i>Cyphoderus similis</i>													x	x	
<i>Megalothorax minimus</i>									x						
<i>Arrhopalites ca. amarus</i>					x										
<i>Sminthurinus quadrimaculatus</i>									x		x				

Nota: Vea cuadro 3, para el listado de microhábitats.

A continuación se da la relación de especies estudiadas y su distribución geográfica.

Hypogastruridae. Börner, 1913.

Ceratophysella armata. (Nicolet), 1841.

Distribución. Esta especie se conoce de varias partes de Canadá, de Estados Unidos, de la República Dominicana y de Haití. De México había sido citada por Handschin (1928), para el Distrito Federal. Para Baja California Sur la citan Vázquez y Palacios-Vargas (1988). Se considera como una especie neártica.

Paraxenylla lapazana. Palacios-Vargas y Vázquez, 1988.

Distribución. Actualmente esta especie sólo se conoce de Baja California Sur, México. Es una especie litoral que presenta adaptaciones para la vida intersticial, como son: alargamiento del cuerpo, reducción en las patas, modificación de las estructuras bucales para alimentarse de protozoarios y microalgas.

Schoettella distincta. (Denis, 1931).

Distribución. La especie se describió originalmente de Costa Rica por Denis (1931). Para México fue citada posteriormente por Díaz y Palacios-Vargas, (1982) y para Baja California Sur la citaron Vázquez y Palacios-Vargas (1988). Es una especie neotropical.

Tafallia insularis. Bonet, 1946.

Distribución. Esta especie fue descrita originalmente de la Isla de Cedros, B. C. y posteriormente citada de California por Christiansen y Bellinger (1980). En 1981, Reddell cita el género *Tafallia* del Estado de San Luis Potosí, se conocen ejemplares de Chamela, Jal. (Palacios-Vargas, com. pers.), y para Baja California Sur la citaron Vázquez y Palacios-Vargas, (1988). Es una especie neártica.

Willemia arenicola. Palacios-Vargas y Vázquez, 1988.

Distribución. Hasta ahora esta especie se conoce sólo de Baja California Sur. Es una especie litoral.

W. bellingeri Palacios-Vargas y Vázquez, 1988.

Distribución. Es una especie litoral al igual que *W. arenicola* y se conoce sólo de Baja California Sur. A diferencia de *W. arenicola*, *W. bellingeri* no presenta modificaciones para vivir entre los intersticios de la arena, probablemente esta especie siempre ha habitado en este medio.

Xenylla christianseni. Gama, 1974.

Distribución. Esta especie fue descrita originalmente de los Montes Catalina, California, por Gama (1974) y posteriormente se citó de otras localidades del mismo Estado. Para Baja California Sur la citaron Vázquez y Palacios-Vargas, 1988 siendo ésta la primer cita de la especie para la República Mexicana. *W. christianseni* es una especie neártica.

Xenylla duchesnea. Wray, 1958.

Distribución. Esta especie se describió originalmente de Duchesne, Utah por Wray (1958) y posteriormente se ha citado de varias localidades de Estados Unidos. Para Baja California Sur la citan Vázquez y Palacios-Vargas (1988)

siendo ésta la única cita que se conoce de la República Mexicana. *X. duchesnea* es una especie neártica.

Xenylla grisea. Axelson, 1900.

Distribución. *X. grisea* es una especie neártica que se conoce de varias localidades de Estados Unidos, Christiansen y Bellinger (1980). De la República ha sido citada de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988), siendo ésta la primera cita para México de la especie.

Xenylla humicola. (Fabricius, 1780.).

Distribución. *X. humicola* es una especie neártica que se distribuye desde Canadá, Estados Unidos y la República Mexicana. Christiansen y Bellinger (1980), Palacios-Vargas (1981 y 1982). De Baja California Sur la citaron Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Onychiuridae. Borner, 1913.

Mesaphorura yossi. Rusek, 1967.

Distribución. *M. yossi* es una especie neártica que se distribuye en toda Norteamérica Christiansen y Bellinger (1980). De México se ha citado de los Estados de Veracruz y Guerrero Palacios-Vargas (1982) y de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Onychiurus encarpatus. Denis, 1931.

Distribución. *O. encarpatus* es una especie neártica que se conoce de Estados Unidos, Christiansen y Bellinger (1980). De México se ha citado de los Estados de Morelos, Guerrero y Querétaro, Palacios-Vargas (1981 y 1982) y de Baja California Sur fue citada por Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Neanuridae. Borner, 1913.

Arlesia sp. Handschin, 1942.

Distribución. Este género está bien distribuido en Europa, en América *Arlesia* sólo se ha citado de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Axenyllodes americanus. Vázquez y Palacios-Vargas, 1988.

Distribución. Del género *Axenyllodes* típicamente holártico se conocían cuatro especies, todas distribuidas en Europa. *Axenyllodes americanus* es la primera especie de este género que se describe para América.

Hasta ahora su distribución se restringe a Baja California Sur. Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Brachystomella arida. Christiansen y Bellinger, (1980).

Distribución. *B. arida* es una especie neártica que fue descrita del Cañón de Jacolifa en California, posteriormente se citó de Louisiana, de Texas y Colorado en Estados Unidos. Christiansen y Bellinger (op. cit.). De México sólo se ha citado para Baja California Sur, Vázquez y Palacios Vargass (1988).

B. barrerai. Palacios-Vargas, 1981.

Distribución. Esta especie se describió de Chalcatzingo, Morelos. México. Palacios-Vargas, 1981. Posteriormente fue citada del Desierto de Mapimí, en Durango. Najt y Palacios-Vargas (1986) y de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988). Se considera una especie neártica.

Brachystomella gr parvula. (Shaffer), 1896.

Distribución. Es una especie cosmopolita.

Brachystomella villalobosi. Cassagnau y Rapoport, 1962.

Distribución. *B. Villalobosi* fue descrita de Brasil por Cassagnau y Rapoport (1962) y posteriormente citada de Florida-Munroe Co. por Christiansen y Bellinger (1980). Vázquez y Palacios-Vargas la citan en 1988 para Baja California Sur, siendo ésta la primera cita de la especie para México.

Friesea sp. Dalla Torre, 1895.

Distribución. El género *Friesea* es cosmopolita. De México se ha citado de los Estados de Nayarit, y Guerrero, Palacios-Vargas (1981 y 1982). De Baja California Sur fue citada por Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Friesea ca. cera. Christiansen y Bellinger, 1974.

Distribución. *Friesea cera* es una especie neártica descrita por Christiansen y Bellinger (1974) de Jasper, Co. Iowa y posteriormente citada por ellos (1980) de otras localidades de Estados Unidos. Una especie del género cercana a *cera* se registró para Baja California Sur, por Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Friesea grandis. Mills, 1934.

Distribución. *Friesea grandis* es una especie neártica que se conoce de varias localidades de Estados Unidos, Christiansen y Bellinger (1980), de México se ha citado de los Estados de Puebla e Hidalgo, Palacios-Vargas (1986) y del estado de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Pseudachorutes corticicolus. (Schaffer, 1896).

Distribución. *P. corticicolus* es una especie holártica ampliamente distribuida en Europa que se ha citado de: California, Iowa, Michigan y North Carolina en Estados Unidos. Christiansen y Bellinger (1980) mencionan que las especies americanas varían en el tamaño del dente y en el número de sensilas del antenito 4, en relación con los ejemplares europeos, por lo que consideran necesaria una revisión de la especie. De México sólo se ha citado para Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Pseudachorutes indiana. Christiansen y Bellinger, 1980.

Distribución. *P. indiana* es una especie neártica descrita de el sur de Indianápolis y citada posteriormente de West Virginia, Christiansen y Bellinger (1980). De México solo se conoce de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Pseudachorutes sp. Tullberg, 1871.

Distribución. Del género *Pseudachorutes* se conocen quince especies neárticas, de las cuales para la República Mexicana se han citado tres que son: *P. aureofasciatus*, del Estado de Morelos, Palacios-Vargas (1983), *P. complexus* citada por Handschin (1928) para el Distrito Federal y *P. subcrassoides* de Querétaro, Palacios-Vargas (1982). Una especie no identificada de este género se cita para Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Xenyllodes armatus. Axelson, 1903.

Distribución. *X. armatus* es una especie holártica que ha sido citada de Polonia, Stach (1949) y de otros lugares de Europa, Deharveng (1981). En América se ha citado de Alaska y Estados Unidos Christiansen y Bellinger (1980). De

México sólo se conoce de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Xenyllodes mohuitli. Vázquez y Palacios-Vargas, 1986.

Distribución. Esta especie sólo se conoce de Baja California Sur, de la Sierra de La Laguna.

Isotomidae. Börner, 1913.

Ballistura sp. Börner, 1906.

Distribución. El género *Ballistura* cuenta con catorce especies neárticas que se distribuyen desde Alaska, Canadá, y Estados Unidos Christiansen y Bellinger (1980). De la República Mexicana se ha citado de Guerrero, Palacios-Vargas (1982), y de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Folsomides americanus. Denis, 1931.

Distribución. Esta especie se describió originalmente de Costa Rica, Denis (1931). Actualmente se conoce de Estados Unidos, Hawai, del este de Asia, Australia, Arabia, Madagascar y Europa. Selga (1966). De la República Mexicana se ha citado de los Estados de Querétaro y Guerrero, Palacios-Vargas (1981 y 1982). Para Baja California Sur la citaron Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Folsomides angularis. (Axelson, 1905).

Distribución. Esta especie se conoce de Europa y del sur de Africa, se le considera como una especie dispersa Selga (1966). De México se ha citado del Distrito Federal, de Morelos y Guerrero. Palacios-Vargas (1981 y 1982), de Baja California Sur, la citaron Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Isotomurus bimus. Christiansen y Bellinger, 1980.

Distribución. Esta especie fue descrita con material colectado en un invernadero en Illinois y posteriormente citado de California, Michigan, Missouri y Washington. Christiansen y Bellinger (1980). De México sólo se ha citado de Baja California Sur. Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Folsomina onychiurina. (Denis), 1931.

Distribución. *F. onychiurina* se conoce de varias localidades de Estados Unidos. Christiansen y Bellinger (1980). De México se ha citado de los Estados de San Luis Potosí y Guerrero. Bonet (1953), Palacios-Vargas (1981 y 1982) y de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988). Es una especie holártica que gusta de lugares muy húmedos.

Isotoma viridis. Bourlet, 1839.

Distribución. Especie holártica ampliamente distribuida en América del Norte, desde Alaska, Columbia Británica y la región noroeste de Estados Unidos. Christiansen y Bellinger (1980). Handschin (1928) citó esta especie del Distrito Federal y del Estado de Morelos fue citada por Palacios-Vargas (1981). De Baja California Sur la citaron Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Proisotoma immersa. (Folsom), 1924.

Distribución. *P. immersa* fue descrita originalmente de Long Island, New York y posteriormente citada de otras localidades de Estados Unidos. Christiansen y Bellinger (1980). De México sólo se ha citado de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Entomobryidae. Tomoswary, 1882.

Americabria arida. (Christiansen y Bellinger, 1980).

Distribución. Esta especie se describió con material de Rustlers Park, E.U.A. (Christiansen y Bellinger, 1980) y posteriormente citada de otras localidades de Estados Unidos. De la República Mexicana se ha citado de los Estados de Morelos, Palacios-Vargas (1979 y 1981) y de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988). Es una especie neártica.

Lepidocyrtus sp. Bourlet, 1839.

Distribución. El género *Lepidocyrtus* comprende quince especies neárticas de la subfamilia Etomobryinae. Este género se ha citado de los Estados de Guerrero, San Luis Potosí, Querétaro, Nayarit y Morelos. Bonet (1953), Palacios-Vargas (1978, 1979 y 1982) y de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Pseudosinella sp. Schaffer, 1897.

Distribución. De este género se conocen veintidós especies neárticas, distribuidas en Norte América. De la República Mexicana se ha citado de los Estados de Morelos, Guerrero, San Luis Potosí, Estado de México y Veracruz. Bonet (1953) Palacios-Vargas (1980, 1981 y 1982). Posteriormente se citó de Baja California Sur Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Seira sp. Lubbock, 1870.

Distribución. El género *Seira* está ampliamente distribuido en todo el mundo. De México se ha citado para los Estados de Veracruz, Morelos, Distrito Federal y Nayarit. Beutelspacher (1971) y Palacios-Vargas (1978 a 1982). Posteriormente se citó de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988). Se conocen sólo cuatro especies neárticas.

Cyphoderus similis. Folsom, 1927.

Distribución. *C. similis* es una especie neártica que se conoce de California, de Massachusetts y New Jersey en Estados Unidos. Christiansen y Bellinger (1980). De México sólo se ha citado de Baja California Sur. Vázquez y Palacios-Vargas (1988). Es una especie sinecomorfa que vive asociada a hormigas.

Neelidae. Folsom, 1896.

Megalothorax minimus. Willem, 1900.

Distribución. Es una especie neártica de amplia distribución en Norte América, se le conoce desde Alaska, Canadá y Estados Unidos. De la República Mexicana se le ha citado de Baja California, Nuevo León, Tamaulipas, Hidalgo, Quintana Roo, Yucatán, Puebla, Veracruz, Colima, Guerrero, Tabasco y Chiapas. Bonet (1947) Palacios-Vargas (1981 y 1982). Posteriormente fue citada de Baja California Sur. Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Arrhopalites ca. *amarus.* Christiansen, 1966.

Distribución. *A. amarus* es una especie neártica que se describió con material colectado en Lake Co. Illinois. Christiansen (1966) y posteriormente citada de Labrador, Ontario, California y Conecticut. Christiansen y Bellinger (1980). De la República Mexicana se ha citado del Estado de Guerrero, Palacios-Vargas (1981) y de Baja California Sur, Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Sminthurinus quadrimaculatus (Ryder, 1878).

Distribución. *S. quadrimaculatus* es una especie neártica muy bien distribuida en Canadá y Estados Unidos, Christiansen y Bellinger (1980). De México se ha citado del Estado de Morelos, Handschin (1928) Palacios-Vargas (1981) y de Baja California Sur Vázquez y Palacios-Vargas (1988).

Conclusiones

De Baja California Sur prácticamente no se conocía nada de la fauna del suelo, ahora se conocen 41 especies de Collembola (Insecta -Apterygota) que junto con los ácaros, constituyen los dos grupos más importantes de microartrópodos del suelo en el bosque de pino-encino de la Sierra de La Laguna.

Las especies determinadas forman dos grupos importantes en cuanto a hábitats ocupados. Un grupo lo constituyen las especies del bosque que se distribuyen y ocupan una gran variedad de biotopos que abarcan: hongos, musgos, cortezas, troncos en descomposición, suelo y los distintos tipos de hojarasca del bosque. Es en esta área donde se ubica el mayor número de especies, llegando a ser veintisiete las especies registradas para el bosque, las que a su vez se agrupan en veintiun géneros, ubicados en siete familias.

El segundo grupo lo encontramos en el Ancon de la Mano, situado a 420 m en la Sierra de La Laguna, con vegetación tipo bosque tropical caducifolio. En este sitio se registró el mayor número de especies después del bosque de pino-encino. De aquí se registraron doce especies, muchas de las cuales solamente se les encontró en este sitio y cuyo hábitat fue principalmente el suelo.

De las especies reportadas, tres se restringen a los medios litorales, estos son colémbolos que viven únicamente entre los intersticios de la arena en las playas, en los cuales se han desarrollado adaptaciones para vivir en este medio así como para alimentarse de microorganismos marinos.

Por su distribución geográfica, la fauna colembológica de la Sierra de La Laguna presenta en la mayoría de las especies una clara filiación neártica. Mientras que por los biotopos ocupados así como por sus características físicas, los colémbolos de la Sierra de La Laguna ocupan diferentes categorías ecológicas de acuerdo a la clasificación de Christiansen (1964), siendo estas: epigeas, hemiedafonas, normales, xeromorfas, euedafonas y sinecomorfas.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible de realizar gracias a la colaboración y apoyo de muchas personas que sería difícil de enumerar. A todas ellas dedico este trabajo en agradecimiento.

En especial, quiero agradecer al Dr. Félix Córdoba Alva, fundador y director del C. I. B., quien con su apoyo y entusiasmo hizo posible que se iniciaran los estudios en la Sierra de La Laguna, sobre la flora y fauna de este lugar. A los técnicos Amado Cota y Franco Cota, quienes incansables y entusiastas nos han acompañado en incontables ascensos a la Sierra de La Laguna.

A Guillermo Velázquez y Fermín Reygadas, arqueólogos, primeros exploradores por parte del C. I. B. en la Sierra de La Laguna, gracias a cuyo trabajo y esfuerzo se creó el campamento "Palo Extraño" en 1976.

A los Dres. Anita Hoffmann y José G. Palacios-Vargas, del lab. de Acarología, Fac. de Ciencias, UNAM, por su colaboración en la identificación y/o corroboración de las especies y su apoyo a estos estudios.

A todos los que de una u otra forma han hecho posible los trabajos de muchos investigadores presentes y ausentes en la Sierra de La Laguna.

Literatura citada

- Beutelspacher, C. R., 1971. *La especie Aechmea bracteata (Swartz) Griseb, (Brom.) considerada como un ecosistema*. Tesis doctoral. Fac. Ciencias, UNAM. 123 pp.
- Bonet, F., 1942. Notas sinonimicas sobre el Orden Collembola. *Ciencia*, 3: 56-59.
- Bonet, F., 1946. Más Hypogastruridos Anoftalmos de México. (Collembola). *Revista Sociedad Mexicana Historia Natural*, Z: (1): 51-62.
- Bonet, F., 1947. Monografía de la familia Neelidae. *Revista Sociedad Mexicana Historia Natural*, 8:133-192.
- Bonet, F., 1953. Cuevas de la Sierra Oriental de la Región de Xilitla. UNAM. México. *Instituto de Geología*. 57: 196.
- Cassagnau, P. y J. G. Palacios-Vargas, 1983. Contribución a los Neanurinae (Collembola: Neauridae) de América Latina. *Laboratoire Ecologie, Biologie Invertebrates Terrestres, Toulouse*. 3 (2) 1-20.
- Christiansen, K., 1964. Bionomics of Collembola. *Annals Revew. Entomology*, 9: 147-178.
- Christiansen, K., y P. Bellinger. 1980. *The Collembola of North America North of the Río Grande*. Grinnell College, Iowa. 1322 p.
- Deharveng, L., Contribution a l'étude des *Deutonura* du groupe Phlegraea (Collembola: Neanuridae). *Travaux du laboratoire d'Ecobiologie des Arthropodes Edaphiques, Toulouse*. Vol. 3 (3): 1-29.
- Handschin, E., 1928. Collembola from México. *Journal Linnaeus Society London (Zool.)*, 30: 533-552.
- Palacios-Vargas, G., 1978. *Collembola (Ins.:Apter.) Asociados a Tillandsia (Monoc.: Brom.) en el Derrame del Chichinautzin, Mor.* Tesis profesional. Fac. Ciencias, UNAM, México. 170 PP.
- Palacios-Vargas J.G., 1979. Nueva especie de *Schoettella* (Collembola: Hypogastruridae). *Folia Entomológica Mexicana*, 41: 61-69.
- Palacios-Vargas, J.G., 1980. Colémbolos cavernícolas del Estado de Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 45: 76-77.
- Palacios-Vargas, J.G., 1981. Clasificación espeleológica de los colémbolos cavernícolas de Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 47: 45-15.
- Palacios-Vargas, J.G., 1982. On Friesea (Collembola: Neanuridae) from México and description of a new species in the genus. *Juornal Kansas Entomological Society*, 55 (1): 46-51.
- Palacios-Vargas, J.G., y L. Deharveng, 1982. *Onychiurus acuitlapanensis* n. sp. (Collembola: Onychiuridae) cavernícola de México. *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 12 (1): 3-7.
- Palacios-Vargas, J.G., y J. Najt 1981. Tres nuevas *Brachystomella* (Collembola: Neanuridae) de México. *Bulletin Societe Historie Natural Toulouse*, 117 (1-4): 263-271.

- Palacios-Vargas, J.G., 1983. Catálogo de los colémbolos mexicanos. *Anales Escuela Nacional Ciencias Biológicas.*, Méx. 27: 61-76.
- Palacios-Vargas, J.G., y J. Najt, 1985. Trois nouveaux Odontellidae (Collembola) du Mexique. *Revue française Entomologie.*, (N.S.) (en prensa).
- Palacios-Vargas, J.G., y M. Vázquez, 1988. Three new species of Littoral Collembola from Baja California Sur, México. *Journal Kansas Entomological Society.* (en prensa).
- Reddell, J. 1981. A review of the cavernicole fauna of Mexico, Guatemala and Belize. *Texas Memorial Museum.*, 27: 1-327.
- Selga, D., 1966. Anuroforinos de la Península Ibérica (Collembola). *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural.* (Biología), 64: 335-350.
- Schott, H., 1896. North American Aptrygogenea. *Proceedings California Academy Sciences.*, 6 (2): 169-196.
- Vázquez, M. y J.G. Palacios-Vargas, 1986. New Species of *Xenyllodes* (Collembola: Odontellidae) from Baja California Sur, México. *Journal Kansas Entomological Society.*, 59 (1): 203-206.
- Vázquez, M y J.G. Palacios-Vargas, 1988. Nuevos registros y aspectos biogeográficos de los colémbolos de La Sierra de La Laguna, Baja California Sur. *Folia Entomológica Mexicana.* (en prensa).
- Vázquez, M y J.G. Palacios-Vargas, 1988. Une nouvelle espece mexicaine de *Axenyllodes* et biogeographie de la lignee Xenyllodienne (Collembola: Odontellidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie* (en prensa.).

CAPÍTULO 10

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LAS ARAÑAS

María Luisa Jiménez

Resumen

Se exponen los resultados de un primer estudio sobre la sistemática y distribución altitudinal de las arañas de la parte este de la Sierra de La Laguna. Se delimitaron cuatro sitios de colecta por el Cañón de La Zorra, en la selva baja caducifolia y en el bosque de pino-encino. Se identificaron un total de 61 especies, agrupadas en 24 familias, de las cuales 19 representan nuevos taxa para la ciencia y 20 son nuevos registros no solo para la Sierra, sino para Baja California Sur. Se mencionan algunos aspectos del comportamiento y preferencia del hábitat de las especies más abundantes, pertenecientes a los géneros: *Novalena*, *Anyphaena*, *Wulfila*, *Aysha*, *Araneus*, *Cyclosa*, *Leucauge*, *Neoscona*, *Wixia*, *Tarsonops*, *Trachelas*, *Castianeria*, *Ctenus*, *Dictyna*, *Mallos*, *Kukulcania*, *Zelotes*, *Herpyllus*, *Loxosceles*, *Allocosa*, *Arctosa*, *Pardosa*, *Oecobius*, *Yumates*, *Peucetia*, *Hamataliwa*, *Tinus*, *Philodromus*, *Apollophanes*, *Physoscyclus*, *Lyssomanes*, *Thiodina*, *Pellenes*, *Selenops*, *Tetragnatha*, *Argyrodes*, *Anelosimus*, *Euryopsis*, *Steatoda*, *Theridion*, *Tidarren*, *Misumenops*, *Xysticus* y *Uloborus*.

Abstract

The results of a first study on the systematic and altitudinal distribution of the spiders from the east of the Sierra de La Laguna are presented. By the La Zorra canyon, four sites at the tropical deciduous forest and within the oak-pine forest were delimited. We identified 61 species grouped in 24 families which 19 are new taxa for the science and 20 are new records not only for the Sierra but also for Baja California Sur. I present some aspects about the behaviour and habitat preferences of the most abundant species belonging to the genera: *Novalena*, *Anyphaena*, *Wulfila*, *Aysha*, *Araneus*, *Cyclosa*, *Leucauge*, *Neoscona*, *Wixia*, *Tarsonops*,

Trachelas, Castianeria, Ctenus, Dictyna, Mallos, Kukulcania, Zelotes, Herpyllus, Loxosceles, Allocosa, Arctosa, Pardosa, Oecobius, Yumates, Peucetia, Hamataliwa, Tinus, Philodromus, Apollophanes, Physocyclus, Lyssomanes, Thiodina, Pellenes, Selenops, Tetragnatha, Argyrodes, Anelosimus, Euryopsis, Steatoda, Theridion, Tidarren, Misumenops, Xysticus and Uloborus.

Introducción

Las arañas forman un grupo muy diverso de artrópodos que han colonizado casi todos los ecosistemas del mundo. Por sus hábitos alimenticios, se les considera como depredadores obligados principalmente de insectos aunque algunas de ellas llegan a consumir renacuajos, larvas de peces en arroyos, y las grandes tarántulas pueden cazar pájaros, lagartijas y culebras (Foelix, 1982).

El conocimiento de las arañas acerca de su conducta, dinámica y diversidad de poblaciones, indica que actúan como agentes estabilizadores de poblaciones de artrópodos (Turnbull, 1973), y por lo tanto de los diversos ecosistemas.

Asimismo, se conoce que las diferentes asociaciones vegetales albergan faunas aracnológicas tan distintas, que la composición de sus comunidades cambian con la sucesión vegetal (Bultman *et al.*, 1982), la que influye en la distribución del microhábitat y microclima accesibles para ellas (Vogel, 1972). Muchas veces los microhábitats son tan específicos que hay formas que se restringuen a una zona determinada por pocas especies vegetales (Haskins y Shaddly, 1986; Lowrie, 1985).

Este estudio forma parte del proyecto Reserva de la Biósfera Sierra de La Laguna y fue iniciado para dar a conocer la taxonomía y sistemática de las arañas de la Sierra de La Laguna, que por su situación geográfica es considerada como una "isla arbórea" rodeada de una gran zona árida, poco perturbada por el hombre, donde encontramos diferentes tipos de comunidades vegetales, con alto grado de endemismo y características naturales únicas de interés científico.

La fauna aracnológica en este lugar, hasta la fecha no ha sido estudiada sistemáticamente, conociéndose sólo 33 especies de arañas de las 311 que han sido registradas para la península de Baja California (Hoffmann, 1976).

Este estudio tiene como objetivo principal dar a conocer las especies de arañas de las comunidades vegetales de la Sierra de La Laguna, su distribución altitudinal y preferencia del hábitat.

Material y métodos

En la vertiente del Golfo de California, por el Cañón de La Zorra, que atraviesa por el este a la Sierra de La Laguna, se hicieron diez muestreos mensuales, con una semana de duración, en cada comunidad vegetal: a 240, 420 y 840 m en la selva baja caducifolia, y a 1,640 m en el bosque de pino-encino.

Para tal efecto se utilizaron redes de fondo corto que fueron colocadas bajo

la vegetación misma, golpeada hasta hacer caer los organismos. Las arañas habitantes del suelo fueron atrapadas individualmente con frascos de boca ancha. Los ejemplares se conservaron en alcohol al 75%.

Los ejemplares se integraron a la colección aracnológica del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, preservados en alcohol etílico al 75% en tubos de vidrio debidamente etiquetados con los datos de colecta, anotando fecha, lugar, hábitat y colector(es). Estos a su vez se conservaron dentro de frascos de boca ancha, agrupándolos en familias, géneros o especies afines.

Los ejemplares fueron identificados bajo el microscopio de disección, con una fuente luminosa utilizando claves y descripciones. Para este propósito los organismos se sumergieron en una caja de Petri con alcohol etílico al 75% y arena blanca de grano fino, colocando los ejemplares en la posición deseada con la ayuda de agujas de disección. Para su identificación a nivel de género y especie fue necesario observar el epiginio de las hembras y el pedipalpo derecho del macho, al que se disectó y colocó sobre un corte de algodón dental enrollado dentro de la caja de Petri. El epigineo se extrajo por medio de un corte fino, eliminando el exceso de tejido para dejar al descubierto las estructuras internas. Cuando fueron muy esclerosadas y no fue posible observarlas con claridad, se sumergieron en aceite de clavo para aclararlas. Ambos genitales, se guardaron en pequeños tubos viales que se colocaron junto con los cuerpos para su referencia.

Para la identificación de las especies se consultaron las siguientes referencias: Barnes, 1959; Brady, 1964 y 1970; Brignoli, 1981; Chamberlin, 1924; Chamberlin y Gertsch, 1958; Dondale y Redner, 1969; 1982; 1983 y 1984; Exline y Levi, 1962; Gertsch, 1939 y 1958; Kaston, 1972; Levi, 1956; 1959; 1961; 1963; 1971; 1973; 1976; 1977; 1980 y 1981; Muma, 1953; Platnick y Shadab, 1974; 1977 y 1986; Reiskind, 1969; Roth y Brane, 1972. Al final del presente trabajo se incluye un glosario de términos aracnológicos.

Resultados

Se identificaron un total de 61 especies agrupadas en 24 familias (Cuadro 1), de éstas el 20.66% correspondió al sitio I; en el sitio II con el 24.79%; en el sitio III con un 25.61% y en el sitio IV con 28.92%.

Para la mejor comprensión de estos resultados, se han agrupado a las arañas por la forma de atrapar a sus presas las que las capturan en redes que tejen y fijan al sustrato, permaneciendo inactivas la mayor parte de su vida; sin embargo, utilizan diversas estrategias que están relacionadas con la forma de la telaraña en cuyos hilos pegajosos queda atrapada la presa. Las redes más simples que se conocen son las de *Physocyclus* sp. (Familia Pholcidae), que son tejidas con hilos colocados sin un arreglo específico en los sotoles del bosque de pino-encino, donde es común encontrar hembras y machos compartiendo este refugio. Son arañas de tamaño medio, con ocho ojos dispuestos en dos filas y los posteriores forman dos triadas a los lados del caparazón, los quelíceros son quelados y con estrías laterales y patas con tarsos muy largos y flexibles, el opistosoma es esférico con un par de estigmas

filotraqueales. Los machos pueden distinguirse de las hembras por poseer enormes pedipalpos. Las hembras son haplogineas pero llevan una placa esclerosada sin ser un verdadero epigineo. Después del apareamiento es común observarlas proteger la bolsa de sus huevecillos adheridos con escasos hilos de seda, llevándolos en los quelíceros.

Bajo las piedras próximas a cuerpos de agua cerca de los 420 m en la selva baja caducifolia, es común encontrar a *Loxosceles baja* (Loxoscelidae), mejor conocida como "araña de los rincones", donde construye pequeñas redes irregulares que comparten generalmente con los machos. El caparazón es de color amarillo anaranjado con una marca oscura en forma de "violín", con seis ojos dispuestos en dos hileras y los quelíceros son chicos y quelados. El opistosoma es gris pálido de forma esférica y puede llevar numerosas pubescencias oscuras. Las especies del género *Loxosceles* son conocidas por causar el llamado "arañismo necrótico" a causa de su ponzoña, lesionando severamente las células de los tejidos epiteliales y musculares.

Las redes en forma de laberinto de *Steatoda fulva* (Theridiidae) llevan hilos de seda simples dispuestos irregularmente y otros que son bañados con seda viscosa adheridos al sustrato, donde se rompen cuando una presa los toca, quedando suspendida en el aire, alertando a la araña con sus movimientos. El caparazón es anaranjado brillante, cubierto con escasas sedas, con ocho ojos dispuestos en dos hileras, quelíceros pequeños, patas poco oscuras y opistosma castaño, con una línea blanca en el extremo anterior. Es común encontrarla bajo piedras y troncos a los 840 m en la selva baja caducifolia de la Sierra.

El género *Steatoda* es conocido porque sus especies pueden causar envenenamiento, produciendo irritaciones y dolor en la piel del hombre; en algunos casos se ha requerido hospitalización (Gertsch, 1979).

Cuadro 1. Distribución altitudinal de las arañas de la parte este de la Sierra de La Laguna

Familia	Sitio			
	I 240 msnm	II 420 msnm	III 840 msnm	IV 1640 msnm
AGELENIDAE				X
<i>Novalena</i> sp. nov. 1				X
<i>Novalena</i> sp. nov. 2				X
<i>Novalena</i> sp. nov. 3				X
ANYPHAENIDAE				
<i>Anyphaena dixiana</i> Chamberlin & Woodbury			X	X
<i>Wulfila immaculella</i> Gertsch	X	X	X	X
<i>Aysha incurva</i> Chamberlin	X	X	X	X

Familia	Sitio			
	I	II	III	IV
	240 msnm	420 msnm	840 msnm	1640 msnm
ARANEIDAE				
<i>Araneus pagnia</i> (Walckenaer)	x	x		
<i>Araneus pima</i> Levi				x
<i>Cyclosa caroli</i> (Hentz)	x			
<i>Leucauge venusta</i> Walckenaer		x		
<i>Neoscona orizabensis</i> F.P.				x
<i>Wixia ectypa</i> (Walckenaer)			x	
CAPONIIDAE				
<i>Tarsonops sectipes</i> Chamberlin		x		x
CLUBIONIDAE				
<i>Trachelas speciosus</i> Banks		x		x
CTENIDAE				
<i>Ctenus</i> sp.	x	x	x	x
DICTYNIDAE				
<i>Dictyna</i> sp. nov. 1	x			
<i>Dictyna</i> sp. nov. 2	x	x	x	x
<i>Dictyna tucsona</i> Chamberlin	x		x	
<i>Mallos niveus</i> O.F. Cambridge		x	x	x
<i>Mallos pallidus</i> (Banks)			x	x
FILISTATIDAE				
<i>Kukulcania</i> sp. nov.	x	x		
GNAPHOSIDAE				
<i>Zelotes santos</i> Platnick				x
<i>Herpyllus propinguus</i> Chamberlin				x
HETEROPODIDAE				
<i>Olios giganteus</i> Keyserling	x	x		
LOXOSCELIDAE				
<i>Loxosceles baja</i> Gertsch	x			
LYCOSIDAE				
<i>Allocosa subparva</i> Dondale y Redner				x
<i>Arctosa littoralis</i> (Hentz)	x	x	x	
<i>Arctosa</i> sp. nov.	x			
<i>Pardosa sierra</i> Banks		x	x	
<i>Pardosa</i> sp.				x
OECOBIIDAE				
<i>Oecobius</i> sp. 1				x

Familia	Sitio			
	I 240 msnm	II 420 msnm	III 840 msnm	IV 1640 msnm
OONOPIDAE				
<i>Yumates nesophila</i> Chamberlin				X
OXYOPIDAE				
<i>Peucetia viridans</i> (Hentz)		X	X	X
<i>Hamataliwa grisea</i> Keyserling	X	X	X	
<i>Hamataliwa helia</i> (Chamberlin)	X	X	X	X
PISAURIDAE				
<i>Tinus</i> sp.		X		
PHILODROMIDAE				
<i>Philodromus</i> sp. nov.			X	
<i>Philodromus coachellae</i> Shick		X	X	
<i>Apollophanes</i> sp. nov. 1			X	X
PHOLCIDAE				
<i>Physocylus</i> sp. nov. 1				X
SALTICIDAE				
<i>Lyssomanes</i> sp.	X	X	X	X
<i>Thiodina sylvana</i> Hentz	X	X	X	X
<i>Pellenes amnophylus</i> Chamberlin	X	X		
SELENOPIDAE				
<i>Selenops debilis</i> Banks	X	X	X	X
TETRAGNATHIDAE				
<i>Tetragnatha nitens</i> Audouin in Savigny	X	X	X	X
THERIDIIDAE				
<i>Argyroides</i> sp. 1		X	X	X
<i>Argyroides</i> sp. 2				X
<i>Anelosimus studiosus</i>	X	X	X	X
<i>Euryopsis californica</i> Banks	X			
<i>Steatoda fulva</i> (Keyserling)			X	
<i>Theridon submissum</i> Gertsch & Davis			X	X
<i>Tidarren sisyphoides</i> (Walkenaer)	X			
THOMISIDAE				
<i>Misumenops</i> sp. 1			X	
<i>Misumenops</i> sp. 2	X			
<i>Misumenops</i> sp. 3		X	X	X
<i>Misumenops dubius</i> Keyserling	X			
<i>Xysticus</i> sp. nov.			X	
ULOBORIDAE				
<i>Uloborus</i> sp. nov.			X	

A los 240 m, entre arbustos y árboles, se localiza a *Tidarren sisypoides* (Theridiidae) que teje una gran telañara de forma laberintosa. Las hembras de esta especie miden de 5.8 a 8.6 mm de longitud, el caparazón es de color café, las patas muy largas, con manchas y anillos, el opistosoma es esférico y de color oscuro. Los machos son muy chicos de escasos milímetros y con un sólo pedipalpo, debido a que en la penúltima muda, uno de ellos es colocado sobre una pequeña red a la que queda sujeto y es desprendido al girar el cuerpo (Levi, 1955). Durante la época de reproducción, varios machos suben a la telaraña de una sola hembra que se oculta detrás de una hoja seca y esperan ser aceptados por ella.

Compartiendo esta red, *Argyrodes* sp. (Theridiidae), arañas cleptoparásitas, se aprovechan de su pequeño tamaño para hurtar las presas que quedan sujetas a los hilos de seda, siendo aparentemente toleradas por su hospedera.

Sobre la vegetación riparia a los 240 m de la selva baja caducifolia y hasta los 1,640 m del bosque de pino-encino, *Anelosimus studiosus* teje densas telarañas comunales que cubren casi la totalidad de las partes apicales de los arbustos, a los que adhieren hojas secas que sirven de refugio a hembras, machos y juveniles. El caparazón es de color amarillo naranja, con una banda gris media al igual que los apéndices, mientras que el opistosoma de color gris, lleva una banda media oscura bordeada de blanco. Esta especie se distribuye desde Argentina hasta los Estados Unidos, siendo registrada por primera vez para la Sierra de La Laguna (Jiménez, 1988).

Colgada con el vientre hacia arriba, dentro de un refugio con densos hilos de seda y entre las hojas de los arbustos de la selva baja caducifolia, *Theridion submissum* (Theridiidae) es muy abundante desde los 420-840 m. El caparazón es amarillo claro y patas muy largas con anillos distales en los artejos y sin espinas, opistosoma circular y con una banda media longitudinal oscura.

Aunque *Euryopsis californica* sp. (Theridiidae) pertenece al grupo de terididos que tejen redes amorfas, esta araña se ha caracterizado por tener hábitos errantes, alimentándose de hormigas y pequeños insectos que caza sobre la vegetación. El prosoma es amarillo grisáceo muy convexo, el opistosoma se ensancha en su parte media, para después estrecharse hasta terminar en una punta. Casi todo el dorso es negro y bordeado de pigmento plateado.

Con filamentos muy finos *Kukulcania* sp. (Filistatidae) construye un refugio donde se oculta entre pastos, piedras y troncos. De éste irradian escasas hebras de seda cribelada, quedando sujetos al sustrato. El color de las hembras es gris oscuro, mientras que los machos son amarillos y con pedipalpos muy largos. Esta especie se localiza a los 420 m en la selva baja caducifolia.

Oecobius sp. (Oecobiidae) es una araña cribelada, de escasos 2.5 mm de longitud, el prosoma es circular y con ocho ojos agrupados en el centro. El opistosoma lleva un tubérculo anal que está cubierto por numerosas sedas largas con las que hila la seda que es expulsada por el calamistro (Kaston, 1972). Construye una telaraña muy fina entre las ranuras de los troncos secos. Esta red es inclinada y queda sujeta por medio de hilos gruesos al sustrato, dando la apariencia de una estrella. Debajo se encuentra un tubo donde la araña descansa y si se le molesta correrá con rapidez sorprendente. Se colectó entre troncos en descomposición a los 1,640 m en el bosque de pino-encino.

En la vegetación riparia, a los 420-840 m de la selva baja caducifolia, *Dictyna tucsona* fabrica redes amorfas sobre los ápices de los matorrales. Durante la época de reproducción es común encontrar hembra y machos en un mismo refugio. Después del apareamiento, las hembras ponen series de sacos con huevecillos de forma lenticular sobre las ramas. Su prosoma es de color café rojizo cubierto con numerosas sedas blancas, el opistosoma muy globoso lleva una banda media oscura. *Mallos niveus*, *M. pallidus* y *Dictyna* sp., con hábitos semejantes a *D. tucsona*, forman pequeñas colonias, cubriendo con sus redes las inflorescencias de los matorrales. Se han encontrado desde los 420 m en la selva baja caducifolia, hasta los 1,640 m en el bosque de pino-encino.

Uloborus sp. (Uloboridae), con el primer par de apéndices largos y robustos, extendidos hacia adelante y el opistosoma café claro con dos jorobas anteriores, tiene la apariencia de una rama seca suspendida en el centro de su telaraña orbicular, entre las ramas de los arbustos. Las espirales de esta red son cubiertos con seda del tipo cribelada en la que enredan las presas potenciales.

La familia Araneidae está constituida por un gran y diverso grupo de arañas que fabrican redes orbiculares, formadas esencialmente con radios y espirales en donde es depositada la seda viscosa en forma de gotas pequeñas.

Tetragnatha nitens teje telarañas casi horizontales cerca de cuerpos de agua, sosteniéndose con su tercer par de patas en medio de la red y los demás apéndices permanecen extendidos en dirección paraaxial. Se le ha colectado de febrero a abril, desde los 420 a 1,640 m en la Sierra. Esta especie tiene amplia distribución en Norte América y se cree que sea de origen neotropical. Los machos y hembras se sujetan con los quelíceros durante el cortejo (Levi, 1980).

De color verde claro con manchas plateadas y anaranjadas, *Leucauge venusta* hace redes orbiculares inclinadas con el centro abierto con muchos radios y espirales pegajosas. En reposo se le puede observar con su opistosoma colocado en el centro de la red que es fijada a matorrales bajos a los 420 m en la vegetación riparia de la selva baja caducifolia. Se registra por primera vez para Baja California Sur (Jiménez 1988).

Araneus pegnia, de escasos milímetros de longitud, construye telarañas incompletas, dejando de dos a tres radios y sin espirales, y un espacio donde coloca un hilo para atrapar a las presas que conduce a su refugio (Levi, 1973). Se ha colectado desde los 240 hasta los 420 m en la selva baja caducifolia.

De 20 mm de longitud y color amarillo oscuro, *Araneus Pima* tiene en su opistosoma dos jorobas cubiertas con muchas sedas que le dan un aspecto poco agradable, simulando una cabeza. Esta especie se restringe al bosque de pino-encino. Sin embargo, otra especie, *Wixia ectypa*, puede confundirse con un brote, debido a que también presenta dos jorobas tan pronunciadas que se inclinan hacia adelante cubriendo la totalidad del cuerpo. Se ha colectado solo a los 840 m sobre la vegetación riparia de la selva baja caducifolia.

De cuerpo muy alargado, pero de tamaño pequeño, *Cyclosa caroli* se caracteriza porque coloca sus sacos ovigeros alineados de tal forma que dan la apariencia de una ramita seca. La araña se encuentra generalmente en el centro de esta hilera, siendo completamente invisible debido a que la coloración de su cuerpo es se-

mejante a la de sus ovisacos. Se encuentra a los 240 m en la selva baja caducifolia entre los arbustos.

Neoscona orizabensis es muy grande y vistosa, de color oscuro y opistosoma con muchas manchas claras. Al igual que muchas de su género, teje grandes redes orbiculares entre los matorrales. Sólo se le ha observado en el bosque de pino-encino de la selva baja caducifolia.

Entre las cazadoras errantes hay dos estrategias de depredación: el emboscamiento y la búsqueda activa. En el primer caso, las arañas tienen coloraciones crípticas y esperan inmóviles a que se aproxime una presa para atraparla. Dentro de esta categoría se incluye a las especies de *Novalena* (Familia Agelenidae) que aunque tejen redes laminares horizontales se consideran dentro de las cazadoras errantes, debido a la forma de emboscar a sus presas. Las telarañas generalmente se localizan cerca del suelo y en uno de sus extremos hay un refugio tubiforme que le da la apariencia de embudo. En el bosque de pino-encino, los refugios se encuentran entre las hojas secas de los sotoles o en el suelo. Estos refugios están abiertos por ambos lados y la araña se oculta descansando con sus dos primeros pares de patas sobre la red, lista para correr detrás de una víctima. Son arañas de tamaño medio, con ocho ojos dispuestos en dos hileras y cuerpo cubierto con numerosas sedas plumosas.

Entre las representantes de la familia Lycosidae, *Pardosa* sp., y *Pardosa sierra* son muy activas durante el día descansando a la orilla de los cauces de los arroyos y sobre o debajo de las piedras; por su color oscuro logra confundirse con el sustrato. Esta especie tiene ocho ojos dispuestos en tres hileras, los dos de la segunda son enormes y les permiten distinguir la forma de su presa (Dondale, 1964). Las hembras son comunes durante todo el año y en época de reproducción lleva su bolsa de huevos adheridos a las hileras. Al nacer las crías, se treparán sobre el opistosoma de la madre, sujetándose con sus patas a sedas especializadas, permaneciendo aproximadamente una semana. Posteriormente descenderán para hacer una vida independiente. Estas arañas son muy ágiles y pueden subirse a flores y plantas dependiendo solo de un hilo de seda, además de deslizarse sobre películas de agua sin mojarse. Estas especies se han colectado desde los 420-840 m en la selva baja caducifolia y 1,640 en el bosque de pino-encino.

Compartiendo el hábitat con *P. sierra*, *Arctosa littoralis* se localiza a los 420 y 840 m bajo las piedras o bien sobre el sustrato donde aguarda a su presa. Son de gran tamaño y de coloración clara que pueden confundirse con la arena del arroyo.

Sobre el prado del bosque deciduo, *Allocosa subparva* se muestra muy activa durante el día. Su coloración es oscura y el prosoma es brillante por la ausencia de sedas. Los machos y hembras se observan durante el periodo de julio a diciembre. Los juveniles de *Tinus* sp. (Pisauridae) se ocultan entre el follaje de las hojas de la vegetación riparia a 420 m. Las hembras adultas se localizan sobre las piedras del arroyo, tejiendo refugios donde depositan sus sacos ovigeros. Al igual que los miembros de la familia Lycosidae, las hembras llevan los ovisacos sujetos pero en los quelíceros. En el momento que deben emerger los juveniles, las madres adhieren el saco en el refugio, permaneciendo cerca en espera de las crías.

Bajo piedras y entre la hojarasca del suelo, es frecuente encontrar a *Ctenus*

sp. araña de tamaño medio (2.5 mm), que se caracteriza por tener los ojos medios posteriores muy grandes y suele confundirse con los licósidos. Son cazadoras nocturnas, teniendo poderosos quelíceros para triturar a sus presas. Se les localiza desde los 240 hasta los 1,640 m.

Peucetia viridans, miembro de la familia Oxyopidae, es una araña de tamaño grande y color verde brillante, con numerosas marcas rojas y espinas en las patas. El sitio favorito de esta especie, son las hojas brillantes y anchas donde persigue a su presa con gran rapidez brincando de rama en rama. Se localiza desde los 420 a 1,640 m en la Sierra de La Laguna.

Hamataliwa grisea tiene un caparazón muy convexo, anaranjado oscuro a café rojizo, la región posterior está cubierta con sedas blancas, el dorso del opistosoma oscuro lleva manchas negras y rojas. La disposición de sus ojos es hexagonal. Habita principalmente en árboles y arbustos altos, sujetándose a las ramas con sus patas dirigidas hacia adelante del cuerpo. Por esta posición y debido a su coloración, puede ser confundida con un brote, siendo advertida sólo cuando se le molesta. Su distribución es desde el sur de Estados Unidos hasta el Norte de México, ésta especie sólo es encontrada a los 240 m en la selva baja caducifolia.

De hábitos nocturnos, *Hamataliwa helia* mide escasos 6 mm de longitud, su coloración es amarillo naranja con sedas blancas en el prosoma. Las hembras se localizan en las ramas de los arbustos, suspendidas de sus ovisacos que están firmemente adheridos a ellas. Se encuentran desde los 240 a 420 m en la selva baja caducifolia.

Los representantes de la familia Thomisidae, tienen ocho ojos dispuestos en dos hileras, los laterales están elevados sobre tubérculos, el cuerpo es generalmente aplanado dorsoventralmente y más alto que ancho. Por su aspecto general y por su forma de caminar rápidamente hacia los lados, se asemejan a un cangrejo.

Las especies del género *Misumenops* son muy abundantes en la selva baja caducifolia y en el bosque de pino-encino. Se les localiza principalmente sobre hojas y flores claras. En estas últimas, pueden confundirse con el sustrato como el caso de *M. dubius* debido a que imitan el color blanco y el amarillo para poder atrapar a insectos polinizadores que las visitan. Durante la época de reproducción, las hembras hacen un refugio con una hoja doblada y recubierta en su interior con seda, donde vigilan sigilosamente el saco de huevos. Sin embargo, *Xysticus* sp., puede encontrarse debajo de piedras y hojas secas, donde se confunde con el sustrato por su coloración críptica.

Philodromus coachellae, *Philodromus* sp., y *Apollophanes* sp. (Philodromidae) tienen cuerpos dorsoventralmente aplanados, con patas largas y dirigidas hacia adelante, que les permiten moverse rápidamente, sujetándose al sustrato por medio de sus uñas. Se les localiza a los 840 m en la selva baja caducifolia sobre las hojas de arbustos y matorrales.

Con los dos primeros pares de patas dirigidos y volteados hacia los lados, *Olios giganteus* (Heteropodidae) es una araña de tamaño considerable que corre al detectar una presa, sobre la vegetación riparia y arbustiva a los 240 y 420 m. De color castaño oscuro, su mordedura, puede causar intenso dolor local y vómitos. Esta especie sólo se distribuye en la península de Baja California.

Desde los 240 hasta los 1,640 m de la Sierra de La Laguna, *Selenops debilis* (Selenopidae) se distingue por tener ocho ojos desiguales dispuestos en dos hileras, una de ellas con seis y otra es de dos; de cuerpo muy aplanado y coloración críptica, se le confunde con el sustrato. Puede localizarse durante el día entre piedras y corteza de los troncos caídos, donde se refugia.

Dentro de las arañas que destacan por su búsqueda activa, las de la familia Gnaphosidae se caracterizan por presentar enditos de los pedipalpos con una depresión oblicua en la región ventral, ocho ojos en dos filas, los medios anteriores de forma ovalada o triangular, las hileras anteriores cilíndricas, más largas que las otras, *Zelotes santos* de hábitos diurnos, permanece oculta en sus refugios de seda bajo piedras y cortezas de árboles. Las hembras cubren sus ovisacos con secreciones bucales y excremento para protegerlos de sus depredadores. Esta especie se ha citado sólo para la Sierra de La Laguna.

Herpyllus propinquus se refugia bajo las piedras, pero también se ha capturado sobre los mezquites. Las hembras y los machos son comunes durante todo el año. Se distribuye desde Canadá, hasta el Norte de México.

Los miembros de la familia Anyphaenidae pertenecen al grupo de las arañas corredoras. El estigma traqueal se localiza más cerca del surco epigástrico que a las hileras, los tarsos de las patas llevan un mechón de sedas largas lameliformes cuyos extremos están muy ensanchados. *Aysha incurva*, con patas muy largas y delgadas, se localiza sobre la vegetación donde se oculta en refugios tubulares aplanados abiertos en ambos extremos localizados bajo cortezas o bien en hojas enrolladas. Desde los 240 a 1,640 m, los machos se encuentran desde abril a septiembre y las hembras son comunes todo el año.

Wulfilia immaculella puede ser fácilmente reconocida por sus largas y delgadas patas, siendo el primer par el más largo. Esta especie sólo se encuentra a los 240 m en la selva baja caducifolia, sobre la vegetación arbustiva.

El caparazón de *Anyphaena dixiana* es de color claro y con dos bandas oscuras longitudinales, el primer par de patas no muy largo, le permite desplazarse rápidamente sobre las plantas desde los 840 a 1,640 m de la Sierra. Los machos son frecuentes de mayo a septiembre, mientras que las hembras aparecen desde abril. De filiación neártica *Castianeira athena* (Clubionidae) tiene un caparazón café rojizo con sedas largas en la región cefálica, el opistosoma largo con esclerito dorsal café-oscuro con sedas blancas plumosas. Por la forma de su cuerpo y la de caminar, se asemeja mucho a las hormigas rojas, de las cuales probablemente se alimenta. Se localiza sobre la vegetación a los 420 y 840 m en la selva baja caducifolia. Esta especie está ampliamente distribuida en el sureste de Estados Unidos y noreste de México.

Trachelas speciosus (Clubionidae) tiene el caparazón rojo brillante y el opistosoma blanco, las patas llevan numerosas tricobotrias y sin espinas, que le permiten escapar y esconderse bajo las piedras. Se localizan principalmente a los 420 y 1,640 m en la Sierra de La Laguna, pero se distribuye en toda la península de Baja California.

Los miembros de la familia Salticidae tienen ocho ojos dispuestos en tres hileras, los medios anteriores son muy grandes con buena visión, que les permiten

distinguir diferentes formas a una distancia menor de 10 cm. Son muy activas durante los días soleados, pero permanecen en pequeños refugios cuando mudan, hibernan o depositan sus huevecillos. La forma de caza de estas arañas es muy particular porque esperan y persiguen a su víctima hasta que está lo suficientemente cerca para precipitarse sobre ella. La forma de desplazarse es adheriendo un hilo de seguridad al sustrato y dando pequeños saltos que en ocasiones pueden llegar a ser de 16 cm de longitud (Foelix, 1982).

De color verde pálido *Lyssomanes* sp., se localiza en el envés de las hojas de los árboles y arbustos bajo una fina maya de hilos de seda, sujetos a la superficie ondulante. Cuando se le molesta, huye haciendo un movimiento en espiral tan rápido que apenas puede ser percibido (Foster, 1982). Esta especie es muy abundante desde los 420-1640 m en la Sierra.

Los machos de *Pellenes ammophilus* tienen un caparazón negro con sedas grises y el frente blanco. El primer par de apéndices lleva numerosas sedas negras bajo el fémur y tarso de los pedipalpos con pelos blancos. Se le encuentra entre la vegetación arbustiva desde los 240 y 420 m en la selva baja caducifolia.

Thiodina sylvana presenta un caparazón amarillo con el cuadrángulo ocular enmarcado en negro, el opistosoma está rodeado con una banda blanca, otra media longitudinal y varias manchas oscuras pequeñas. El género al que pertenece, es reconocido porque su mordedura causa intenso dolor local, hinchazón y enrojecimiento de la piel y malestar transitorio. *T. sylvana* es común sobre la vegetación desde los 240-1,640 m en la Sierra.

Dentro de las arañas cazadoras errantes, las más primitivas son las de la familia Caponiidae, que se caracterizan por la ausencia de filotraqueas (Gertsch, 1979). *Tarsonops sectipes* sólo tiene dos ojos medios grandes y de color oscuro. Las patas tienen tarsos multiarticulados provistos con una membrana translúcida en la región ventral. Durante el día, estas arañas permanecen ocultas dentro de refugios bajo las piedras; en la noche, se alimentan de arañas aéreas. Es común a los 420 m en la selva baja caducifolia.

Con sólo seis ojos dispuestos en dos hileras, *Yumates nesophila* (Oonopidae) sólo se halla a los 1,640 m en el bosque de pino-encino. Se distingue porque es muy pequeña con un caparazón convexo y de color café brillante, el opistosoma está cubierto con dos placas, una dorsal y otra ventral que se interrumpe y se continúa rodeando las hileras. Se encuentra sobre diminutas telarañas entre la corteza de los troncos caídos, donde se hace conspicua por su coloración.

Discusión y conclusiones

Desde el punto de vista cualitativo, se observa que el número de especies aumenta con mayor altitud. Sin embargo, algunas de ellas se distribuyen desde los 240 a los 1,640 m, como *Wulfila immaculella*, *Aysha incurva*, *Ctenus* sp., *Hamataliwa helia*, *Thiodina sylvana*, *Selenops debilis*, *Pellenes ammophilus*, *Tetragnatha nites* y *Anelosimus studiosus*. Otras como *Pardosa sierra*, especie típica de los arroyos (Lowrie, 1985), sólo fue muy abundante en los sitios II y III siendo muy activa

durante casi todo el año y *Anyphaena dixiana*, en los sitios III y IV (Cuadro 1).

Tidarren sisyphoides se restringió únicamente al sitio I pero *Leucauge venusta*, *Tinus* sp., y *Xysticus* sp., sólo al sitio II.

El bosque de pino-encino (sitio IV) fue preferido exclusivamente por *Araneus pima*, *Neoscona orizabensis*, *Zelotes santos*, *Allocosa subparva*, *Physocyclus* sp., *Pardosa* sp., *Yumates nesophila*, *Herpyllus propinquus* y *Oecobius* sp., mientras que *Wixia ectypa*, *Casthianieira athena* y *Steatoda fulva*, se localizaron sólo en el sitio III.

Cabe mencionar que veinte de las especies mencionadas en este trabajo son nuevos registros, no sólo para la Sierra de La Laguna, sino para Baja California Sur; dos de ellas se citan por primera vez en México, además de que 19 especies son nuevas para la ciencia.

Muchas de las arañas se restringen exclusivamente a la Sierra de La Laguna, que por su conformación fisiográfica ha brindado albergue a éstas y no se distribuyen más abajo de los 240 m de altitud. Sin embargo, otras se han distribuido más ampliamente hasta el matorral xerófilo por debajo de esta altitud como *Dictyna tucsona*, *Mallos pallidus*, *Olios pragmaticus*, *Loxosceles unicolor*, *Anelosimus studiosus*, *Hamataliwa grisea*, *Trachelas speciosus* y *Kukulcania* sp., probablemente se debe a que estas especies están más adaptadas a los cambios extremos del medio.

Dentro de las cazadoras errantes, las familias con mayor número de especies fueron: Lycosidae, con géneros que tuvieron preferencia por lugares húmedos; Thomisidae, cuyas especies, a excepción de *Xysticus* sp., se localizaron con mayor frecuencia sobre arbustos con flores, de donde imitan su color como una estrategia para obtener su alimento y evitar ser depredados con facilidad; y Philodromidae, cuyos representantes se distribuyeron tanto en tallos y hojas de arbustos como en árboles, cuya coloración críptica les permitió confundirse con el sustrato. De las cazadoras de red, las representantes de las familias Araneidae y Theridiidae fueron las más comunes.

Hemos observado que la fauna aracnológica ha mostrado ser muy abundante, con un gran número de especies desconocidas, mismas que ocupan una gran variedad de microhábitats en las comunidades vegetales de la Sierra de La Laguna.

Con base en lo anterior y en los lineamientos establecidos de las Reservas de la Biósfera, la Sierra de La Laguna se puede considerar como un ejemplo representativo de ecosistemas naturales mínimamente perturbados, siendo un centro de endemismo con características naturales únicas de excepcional interés científico, donde existen importantes depósitos de material genético puesto que contiene una considerable proporción de flora y fauna autóctona de esta región.

Con este estudio se proporciona un avance del primer inventario fundamental de las especies de arañas, mismo que servirá como base para que estos organismos sean aprovechados como agentes de lucha contra plagas, como indicadores de impacto ambiental, para estudios básicos y prácticos en el manejo y cuidado de los ecosistemas.

Glosario

- Caparazón*. Cubierta dorsal endurecida del prosoma de todas las arañas.
- Calamistro*. Fila de pelos curvos localizada en el tarso IV de algunas arañas y que peina la seda que sale del cribelo.
- Cribelo*. Placa esclerosada frente a las hileras de donde emana seda pegajosa.
- Colulo*. Pequeño lóbulo localizado frente a las hileras.
- Endito*. Prolongaciones de las coxas de los pedipalpos que se utilizan para triturar a la presa.
- Epigástrico*. Región anterior del opistosoma en vista ventral, separada de la posterior por el surco epigástrico.
- Epigineo*. Placa muy esclerosada que se localiza en el epigástrico del opistosoma cubriendo Los órganos reproductores de una araña hembra.
- Estigma*. Orificio traqueal o filotraqueal que conduce a los órganos respiratorios de una araña.
- Filotraquea*. Saco respiratorio de las arañas, en cuyo interior se encuentran paquetes de láminas plegadas para proveer una superficie máxima de aereación.
- Haplogineas*. Hembras con tres orificios genitales
- Hileras*. Apéndices modificados en la región distal del opistosoma, donde se localizan los orificios de salida de la seda.
- Opistosoma*. Región posterior del cuerpo de una araña, no segmentada, unida en la porción anterior al pedicelo y llevando en la posterior a las hileras.
- Ovisaco*. Saco de seda, de forma variada, en cuyo interior se encuentran los huevos fecundados.
- Pedicelo*. Primer segmento del opistosoma, delgado, llamado también cintura, que une al prosoma con el opistosoma.
- Pedipalpo*. Segundo par de apéndices del prosoma, cuya función es la de atrapar y triturar a la presa, en los machos, los dos últimos artejos están modificados en órganos copuladores.
- Prosoma*. Región anterior del cuerpo de una araña, no segmentada, donde se localizan los ojos y los quelíceros.
- Quelíceros*. Primer par de apéndices del prosoma, formado por dos artejos, el segundo es curvo y con un ápice agudo, donde se localiza el orificio de salida del veneno.
- Tarsos*. Último segmento de las patas que llevan las uñas.
- Traqueas*. Organos respiratorios de forma tubular.
- Tubérculo anal*. Pequeña prolongación en el extremo posterior del opistosoma, por detrás de las hileras y en cuyo ápice se localiza el orificio anal.

Literatura citada

- Barnes, R.D., 1959. The *Lapidicina* group of the wolf spiders genus *Pardosa* (Araneae: Lycosidae) *American Museum Novitates*, 1960: 163-325.
- Brady, A.R., 1964. The Lynx spiders of North America North of Mexico (Araneae: Oxyopidae) *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 131(13): 431-518
- Brady, A.R. 1970. The Lynx spider genus *Hamataliwa* in Mexico and Central America (Araneae: Oxyopidae) *Bulletin Museum of Comparative Zoology* 140(3): 127
- Brignoli, P.M., 1981. Studies on The Pholicidae I. Notes on the genera *Artema* and *Physocyclus* (Araneae) *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 170(1): 90-100
- Bultman, T.L., Uetz, G.W., A.R. Brady. 1982. A comparison of cursorial spider communities along a successional gradient *Journal of Arachnology*, 10: 23-33
- Chamberlin, R.V., 1924. The spider fauna of the shores and islands of the Gulf of Califor-

- nia. *California Academy of Sciences* 12(28): 561-694
- Chamberlin, R.V. y W.J. Gertsch, 1958. The spiders family Dictynidae in America North of Mexico. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 116(1): 152
- Dondale, C.D. y J.H. Redner. 1969. The *infuscatus* and *dispar* groups of the spider genus *Philodromus* in North and Central America and West Indies (Araneae: Thomisidae) *Canadian Entomologist*, 101(9): 921-924
- Dondale, C.D. y J.H. Redner. 1982. The sac spiders of Canada and Alaska, Araneae: Clu-bionidae and Anyphaenidae. *In the Insects and Arachnids of Canada Part 9. Agriculture Canada* 194.
- Dondale, C.D. y J.H. Redner. 1983. Revision of the wolf spiders of the genus *Arctosa* C.L. Koch in North and Central America (Araneae: Lycosidae) *Journal of Arachnology*, 11: 1-30
- Dondale, C.D. y J.H. Redner. 1983. The wolf spider genus *Allocosa* in North and Central America (Araneae: Lycosidae) *Canadian Entomologist*, 155: 933-964.
- Dondale, C.D. y J.H. Redner. 1984. Revision of the *milvina* group of the wolf spider of the genus *Pardosa* (Araneae: Lycosidae) *Psyche*, 91 (1-2): 67-117
- Exline, H. y H.W. Levi, 1962. American spiders of the genus *Argyrodes* (Araneae: Theridiidae) *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 27 (2): 75-202.
- Foelix, R.F. 1982. *Biology of spider*. Harvard University Press. Cambridge, 306 pp.
- Foster, L. 1982. Vision and prey-catching strategies in jumpling spiders. *American Scientist*, 70(2): 165-174
- Gertsch, W.J., 1939. A revision of the Typical crab-spiders (Misumeninae) of America North of Mexico. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 75: 277-442
- Gertsch, W.J. 1958. The spider genus *Laxosceles* in North America Central America and West Indies, *American Museum Novitates*, 1907: 1-46
- Gertsch, W. J., 1979. *American spiders*. Van Nostrand. New York. (2a. edición) 274 pp.
- Hoffmann, A. 1976. *Relación bibliográfica preliminar de las arañas de México* (Arachnida: Araneae) Publicaciones especiales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México 117 pp.
- Haskins, M.F. y J.H. Shadov. 1986. The ecological effects of burning mowing and plowing on ground-inhabiting spiders (Araneae) in a old field ecosystem *Journal of Arachnology* 14: 1-13
- Jiménez, M. L. 1988. Arañas de Baja California Sur, Nuevos Registros. *Folia Entomológica Mexicana* 74: 197-204
- Kaston, B.J., 1972. *How to know the spiders*. (2a. Ed.) W.M. C. Brown Company Publishers, Dubuque 272 pp
- Levi, H. W., 1955, The spider genera *Chysso* and *Tidarren* in America (Araneae: Theridiidae) *Journal of the New York Entomological Society* 63: 59-81
- Levi, H. W., 1956. The spider genera *Neottiura* and *Anelosimus* in America (Therididae: Araneae) *Transactions of the American Microscopical Society* 75(4): 407-422
- Levi, H. W., 1959. The spider genera *Achaearanea*, *Theridion* *Sphyrotinus* from Mexico, Central America and West Indies (Araneae: Theridiidae) *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 121(3): 57-163
- Levi, H. W., 1961. The spider genera *Steatoda* and *Enoplognatha* in America (Araneae: Theridiidae) *Psyche*, 69(1): 11-36
- Levi, H. W., 1963. American spiders of the genera *Audifia*. *Euryopsis* and *Dipoena* (Araneae: Theridiidae). *American Museum Novitates* 1666 1-48
- Levi, H. W., 1971. The orb weaver genus *Neoscona* in North America (Araneae: Araneidae) *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 14(8): 465-500
- Levi, H. W., 1973. Small orb-weavers of the genus *Araneus* North of Mexico (Araneae:

- Aranidae) *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 145(9): 473-552
- Levi, H. W., 1976. The orb-weaver genera *Verrucosa*, *Acanthepeira*, *Wagneriana*, *Aca-cesia*, *Wixia*, *Scoloderus* and *Alpaida* North of Mexico (Araneae:Araneidae) *Bulletin of the Museum of Comparative History* 147(8): 351-391
- Levi, H. W., 1977. The American orb-weaver genera *Cyclosa*, *Metazygia* and *Eustala* North of Mexico (Araneae:Araneidae) *Bulletin of the Museum of Comparative History*, 148(3): 61-127
- Levi, H. W., 1980. The orb-weaver genus *Mecynogea*, the subfamily Metinae and the genera *Pachygnatha*, *Glenognatha* and *Azilia* of the subfamily Tetragnathinae North of Mexico (Araneae: Araneidae) *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 149(1): 1-75
- Levi, H. W., 1981 The american orb-weaver genera *Dolichognatha* and *Tetragnatha* North of Mexico (Araneae:Araneidae, Tetragnathinae) *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 149(5): 271-318
- Lowrie, D.C., 1985. Preliminary survey of wandering spiders of mixed coniferous forest *Journal of Arachnology*, 13: 97-100
- Muma, H.M., 1953. A study of the spider family Selenopidae in North America, Central America and the West Indies. *American Museum Novitates*, 1619: 1-55
- Platnick, N., 1974. The spider family Anyphaenidae in America North of Mexico. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 146(4): 205-265
- Platnick, N y M. Shadab, 1974. A revision of the *Traquillus* and *Speciosus* groups of the spider genus *Trachelas* (Araneae: Clubionidae) in North and Central America *American Museum Novitates* 2553: 1-31
- Platnick, N. y M. Shadab, 1977. A revision of the spider genera *Herpyllus* and *Scotophaeus* (Araneae: Gnaphosidae) in North America. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 159(1): 3-44
- Platnick, N. y M. Shadab, 1986, A revision of the american spiders of the genus *Zelotes* (Araneae:Gnaphosidae) *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 174(2): 99-190
- Reiskind, J. 1969. The spider subfamily castianeirinae of North and Central America (Araneae:Clubionidae) *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 138(5): 163-325
- Roth, D.V. y P.L. Brame. 1972. Neartic genera of the spider family Agelenidae (Arachnida:Araneida) *Bulletin of the American Museum Novitates* 2505: 1-52
- Turnbull, A.L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae) *Annals of Review Entomological*, 18: 305-348
- Vogel, R.B., 1972. Apparent niche sharing of two *Pardosa* species (Araneida:Lycosidae) *The Armadillo Papers*: 71-13.

SECCIÓN IV

**EL AMBIENTE BIOLÓGICO:
VERTEBRADOS**

CAPÍTULO 11

HERPETOFAUNA

*Sergio Alvarez Cárdenas, Patricia Galina Tessaro,
Alberto González Romero y Alfredo Ortega Rubio*

Resumen

Debido a importantes aspectos, tales como una historia geológica particular, su aislamiento biológico y geográfico, su característica composición florística, riqueza específica y el número de endemismos, la Sierra de La Laguna en la Región del Cabo constituye un sitio de gran relevancia para el estudio de anfibios y reptiles.

Hasta la fecha, se han identificado en total cuarenta y dos especies (cuatro anfibios, dieciocho lagartijas, diecinueve serpientes y un anfisbenido), de los cuales ocho especies y tres subespecies son endémicas de la región. La mayoría de las especies que tipifican a la Sierra se distribuyen en la selva baja caducifolia, entre ellas están: *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri*, *Petrosaurus thalassinus*, *Nerodia valida* y *Masticophis aurigulus*; otras como *Xantusia vigilis* y *Gerrhonotus paucicarinatus* habitan principalmente en el bosque de pino-encino, en tanto que otras más son básicamente desérticas como *Bipes biporus*, *Cnemidophorus hyperythrus* y *Dipsosaurus dorsalis*.

Los patrones de distribución y origen de la herpetofauna de la región están relacionados con áreas del norte de la Península, suroeste de Estados Unidos y oeste de México, observando que algunas especies se distribuyen en forma continua en todas las áreas, mientras que otras lo hacen en forma alopátrica o disyunta dentro de las mismas.

Abstract

Due to important aspects, such as its particular geological history, its biological and geographic isolation, its floristic composition and the amount of endemic individuals, the Sierra de La Laguna in the Cape Region, is an outstanding place for the study of the amphibians and reptiles.

Up to date, 42 species (4 amphibians, 18 Lizards, 19 snakes and 1 amphisbennian) have been indentified, from which 8 species and 3 subspecies are endemic. The species that make this region typical are the most and are distributed along the tropical dry forest, they are: *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri*, *Petrosaurus thalassinus*, *Nerodia valida* and *Masticophis aurigulus* among them: others such as *Xantusia vigilis* and *Gerrhonotus paucicarinatus* live mainly in the oak-pine forest, while others are basically desartic like *Bipes biporus*, *Cnemidophorus hyperythrus* and *Dipsosaurus dorsalis*.

The distribution and origin patterns of the herpetofauna in this region are related to the north portions of the Peninsula, south west of the United States and western part of México, observing that some species are distributed in continuous way in all the areas, and others in an allopatric way, or in a disjunctive way.

Introducción

De distintas maneras los anfibios y reptiles han llamado la atención de mucha gente, ya sea simplemente como exóticos representantes de la fauna o bien como parte de mitos y creencias, en su mayoría infundadas, acerca de sus cualidades. Por otra parte los reptiles han sido motivo de importantes investigaciones científicas, y se ha generado abundante información acerca de sus características taxonómicas, distribución, comportamiento y ecología; aspectos que determinan que estos interesantes elementos de la fauna desempeñen un papel de gran importancia en el conocimiento y entendimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales, por ser animales ideales como organismos modelo.

México, por su particular posición geográfica e historia geológica, presenta una gran diversidad topográfica y climática, características que han influido notablemente sobre su flora y su fauna. Por millones de años, el territorio mexicano se ha constituido en puente para el intercambio de diversas poblaciones animales del norte hacia el sur del continente y viceversa, encontrando éstas aquí, una multitud de hábitats adecuados para su establecimiento, lo que ha propiciado la gran diversidad faunística del país y por lo cual se le ha considerado como un "laboratorio viviente de la evolución" (Casas y McCoy, 1979). Por lo que a la herpetofauna se refiere, Smith y Taylor (1966) han reportado 1212 especies y subespecies de reptiles en México (cuatro anfisbénidos, tres cocodrilos, 561 lagartijas, 583 serpientes y 59 tortugas), señalando que en ningún otro lugar con similares dimensiones existe tal diversidad de reptiles. La diversidad de anfibios también es importante, aunque no tan elevada como la de los reptiles.

Desde el punto de vista faunístico, además de muchos otros aspectos, la península de Baja California es un lugar muy interesante. Sus particularidades se deben en parte a su situación geográfica y a sus peculiares antecedentes geológicos, que la han convertido prácticamente en una gran "isla". Según Murphy (1983a), la herpetofauna de la Península excluyendo a la serpiente y tortugas marinas, está compuesta por 101 especies de anfibios y reptiles, pudiendo ascender esta cifra a más de 130 especies si se incluyen a aquéllas estrictamente insulares.

La Región del Cabo, en el extremo sur de la Península, posee junto con sus islas una herpetofauna con numerosos elementos notoriamente diferentes de aquellos que habitan en el centro y el norte de la misma (Savage, 1960), aunque también, algunas especies están primitivamente emparentadas con formas que viven en comunidades áridas y semiáridas al norte (Asplund, 1967), en tanto que otras tienen parientes cercanos en la costa oeste de México y en los bosques de la Sierra Madre Occidental (Seib, 1980).

Diversos estudios geológicos (Ver Capítulo 2), paleogeográficos y zoogeográficos, sugieren que existió un largo aislamiento de la Región del Cabo con el continente y con el resto de la Península durante el Mioceno-Plioceno (Durham y Allison, 1960; Gastil, 1983; Murphy, 1983a-b; Due y Polis, 1986), que aunado al posterior incremento en la aridez en la parte central de la Península, promovieron una separación entre las poblaciones del norte y del sur, dando como resultado una marcada divergencia entre las especies (Scudder *et al.*, 1983). En consecuencia, la Región del Cabo se constituyó en un centro importante de diferenciación, sobre todo de reptiles, lo cual es evidente por el alto número de endemismos presentes (Murphy, 1983).

Como resultado de los eventos históricos y biogeográficos de la Región del Cabo, la herpetofauna de la Sierra de La Laguna adquiere gran importancia, ya que en esta zona se observan en buena medida las relaciones de afinidad o discrepancia entre las especies aquí presentes y aquellas que les dieron origen, es decir, con especies cuyo centro de dispersión estuvo localizado en las tierras continentales del occidente de México y con las de la parte norte de la península de Baja California.

No obstante su importancia, son muy pocos los herpetólogos mexicanos que se han abocado al estudio de los anfibios y reptiles de la Península; no así los extranjeros, que han contado con mayores recursos y el interés necesario para realizar investigaciones sobre este importante grupo faunístico de nuestro país. Sin embargo, la gran mayoría de los estudios han tenido principalmente un enfoque sistemático-taxonómico como los de Schmidt (1922), Tanner (1966), Smith *et al.* (1971), Murphy y Ottley (1979), Ottley y Murphy (1981, 1983), etcétera, y han sido llevados a cabo con mayor frecuencia en las islas asociadas a la Península (Zweifel, 1958; Etheridge, 1961; Soulé, 1961; Murphy y Ottley 1980; Murphy y Ottley, 1984), aunque también existen algunos trabajos importantes que describen la historia geológica y biogeográfica de la herpetofauna en la Península, entre los que destacan Savage (1980), Taylor y Regal (1978), Seib (1980), Lawlor (1982), Murphy (1983a-b). Sin embargo, trabajos de tipo ecológico como los de Leviton y Banta (1964), Asplund (1969), Papenfuss (1982), Karasov y Anderson (1984), son escasos.

La Región del Cabo y por tanto la Sierra de La Laguna, han sido aún menos estudiadas, debido principalmente a su tradicional aislamiento, así como a las dificultades que existen para el acceso a las tierras altas de la Sierra. Por tal motivo, el objetivo que perseguimos en este trabajo es el de dar a conocer cómo está compuesta la fauna herpetológica en la Sierra de La Laguna y en las tierras bajas colindantes de la Región del Cabo, además de presentar en forma preliminar la distribución de las especies de anfibios y reptiles en esta zona tan poco estudiada.

Este trabajo forma parte de una serie de estudios que el Centro de Investigaciones Biológicas realiza en la Sierra de La Laguna con el objetivo de obtener las bases para promover a este lugar, único en México, como una Reserva de la Biósfera dentro del programa de la UNESCO Hombre y Biósfera (MAB).

Metodología

A pesar de que el C.I.B. ha venido trabajando en la Sierra de La Laguna desde 1977, las investigaciones herpetológicas se iniciaron en forma metódica en 1986. El estudio de los anfibios y reptiles se ha llevado a cabo mediante el empleo de metodologías utilizadas en estudios sistemáticos y ecológicos, en localidades representativas de cada uno de los cuatro grandes tipos de vegetación presentes, así como en los diferentes niveles altitudinales en ambas vertientes, desde las áreas desérticas y planos costeros al pie de la Sierra, hasta los bosques templados de las partes más elevadas. Hasta la fecha, se ha trabajado principalmente a lo largo del Cañón de La Zorra, por el lado del Golfo de California y en el Cañón de La Burrera, del lado del Pacífico.

La información se ha obtenido mediante la captura de animales o por la observación directa de los mismos. Se ha trabajado generalmente a lo largo de transectos de longitud variable (100-300 m), buscando en árboles, tocones y restos de árboles caídos; en rocas, grietas o cavidades; en arroyos y charcos, o escarbando en el suelo y en sitios donde se presume la presencia de algún animal.

La colecta de organismos se realiza a mano o mediante la utilización de ligas, lazadas, rifle o pistola de diábolos y pinzas o ganchos para serpientes. En todos los casos se anota la especie colectada u observada, tipo de vegetación, altitud, sustrato utilizado y actividad, así como la fecha y la hora. Cuando los animales son capturados, además de la información anterior, se toman los siguientes datos: sexo, temperatura cloacal, estado general del individuo, coloración y las medidas convencionales (longitud total, longitud hocico-cloaca y peso). Los animales muertos son fijados inyectándoles formol al 10%, posteriormente son lavados y preservados en alcohol al 70%, incluyéndolos en la colección herpetológica del C.I.B. Por último, algunos animales son abiertos para obtener información sobre su reproducción y alimentación.

Existen numerosos problemas relacionados con la nomenclatura de la herpetofauna de la península de Baja California, por tal motivo decidimos tomar como base la utilizada por Murphy (1983), con algunas adiciones tomadas de Drewes y Leviton (1978), Seib (1980) y Stebbins (1985).

La mayoría de las especies mencionadas en el trabajo han sido registradas por medio de colectas realizadas por personal del Centro de Investigaciones, tanto en la Sierra de La Laguna como en áreas adyacentes de la Región del Cabo; sin embargo, la distribución de algunas especies en el área cubierta por la Sierra no está completamente conocida, sobre todo en lo que se refiere a las serpientes, ya que por sus hábitos (la mayoría nocturnas y escurridizas) son muy difíciles de localizar y capturar. Sin embargo, para los fines del presente trabajo podemos hacer

presunciones acerca de la ocurrencia de algunas especies en la zona, ya que sus áreas de distribución reportadas por diversos autores los incluyen, además de que en ella se encuentran los hábitats adecuados para que tales especies prosperen.

Resultados

La herpetofauna de la Región del Cabo en Baja California Sur, está compuesta por un total de cuarenta y ocho especies agrupadas en treinta y nueve géneros, pertenecientes a dieciseis familias de anfibios y reptiles (Cuadro 1), destacando en forma notable la escasa representación de anfibios y la ausencia del grupo de las salamandras (caudata). Asimismo, dentro del grupo de los reptiles sobresalen las lagartijas de la familia Iguanidae y las serpientes de la familia Colubridae, que son las que mayor número de representantes tienen.

Uno de los aspectos más importantes de la herpetofauna de la Región del Cabo es el alto número de endemismos tanto a nivel específico como subespecífico, encontrando que de las cuarenta y ocho especies reportadas para la región, diecinueve de ellas son exclusivas de la Península, además de trece subespecies restringidas a la misma (Cuadro 2). De estos endemismos peninsulares, encontramos que catorce especies y nueve subespecies de reptiles sólo se distribuyen en el Estado de Baja California Sur, y de ellas ocho especies y tres subespecies únicamente existen en la Región del Cabo, es decir desde el Istmo de la Paz hasta la punta sur de la Península.

En la Sierra de La Laguna, tomando en cuenta únicamente la selva baja caducifolia y los bosques de encino y pino-encino, se puede encontrar un 60% de las especies reportadas para la Región del Cabo; pero si se incluyen al matorral desértico en el pie de monte y las tierras bajas, podemos considerar a casi todos los representantes de la herpetofauna de la región, con excepción de algunas especies que si bien alcanzan esta zona, lo hacen sólo marginalmente, encontrándoseles únicamente en las inmediaciones del Istmo de La Paz, tal es el caso de: *Sauromalus obesus*, *Sceloporus monserratisensis*, *Gambelia wislizenii*, *Phyllorhynchus decurtatus* y *Chilomeniscus cinctus*.

Dentro del grupo de reptiles que son endémicos de la Región del Cabo, se puede decir que la Sierra de La Laguna es el principal sitio de ocurrencia de: *Phyllodactylus unctus*, *Petrosaurus thalassinus thalassinus*, *Sceloporus licki*, *S. kunsakeri*, *Xantusia vigilis gilberti*, *Cnemidophorus maximus* y *Masticophis aurigulus*.

En el Cuadro 3, se enlistan los anfibios y reptiles que es posible encontrar en la Sierra, y se establece su distribución altitudinal y su presencia en cada uno de los tipos de vegetación, tomando en cuenta el matorral desértico que rodea a la Sierra.

Dentro de la pobre representación de anfibios en la Región del Cabo, encontramos que en la Sierra de La Laguna únicamente dos especies están bien representadas: la "ranita" *Hyla regilla* y el "sapo" *Bufo punctatus*, teniendo la primera una distribución más amplia, encontrándosele en abundancia en sitios donde existen cuerpos de agua permanentes, principalmente desde el bosque de

Cuadro 1. Composición taxonómica de la herpetofauna en la Región del Cabo.

Clase	Orden	Suborden	Familia	Género	sp.
AMPHIBIA	SALIENTA	ANOMOCOELA	PELOBATIDAE	1	1
		PROCOELA	BUFONIDAE	1	1
			HYLIDAE	1	1
		DIPLASIOCOELA	RANIDAE	1	1
REPTILIA	TESTUDINES	CRYPTODIRA	EMYDIDAE	1	1
	SQUAMATA	AMPHISBAENIA	BIPEDIDAE	1	1
		SAURIA	GEKKONIDAE	2	3
			IGUANIDAE	10	13
			XANTUSIIDAE	1	1
			SCINCIDAE	1	1
			TEIIDAE	1	2
			ANGUIDAE	1	1
		SERPENTES	LEPTOTYPHLO-		
	PIDAE		1	1	
	BOIDAE		1	1	
	COLUBRIDAE		14	16	
	CROTALIDAE		1	3	

pino-encino hasta la selva baja, escaseando junto con el recurso acuífero en las partes desérticas. El sapo habita principalmente las tierras bajas, siendo también relativamente abundante en la selva y más escaso en el bosque de pino-encino.

Las otras dos especies de anfibios tienen una distribución más restringida, el "sapo cavador" *Scaphiopus couchi*, es un habitante típico de la zona desértica y muy evidente durante la época de lluvias; si bien este sapo no lo hemos encontrado en partes superiores de la Sierra, suponemos su presencia al menos en la selva baja caducifolia. La "rana toro" *Rana catesbeiana*, especie introducida (Murphy, 1983), es el anfibio más escaso, a la fecha solo la hemos observado en una zona pantanosa del poblado de Santiago, al pie de la ladera este de la Sierra de La Laguna.

El grupo de lacertilios ha sido hasta ahora el más estudiado y del cual tenemos mayor información, debido principalmente a que estos animales son más accesibles para los trabajos de investigación, por sus hábitos diurnos y facilidad de observación.

Como se observa en el Cuadro 3, sólo una de las dieciocho especies de lagartijas ha sido localizada en toda la extensión de la Sierra, esta es la "cachorita de árbol" *Urosaurus nigricaudus*. Esta lagartija es con mucho la especie más ampliamente distribuida, no sólo en la Sierra de La Laguna sino en toda la Región del Cabo (Rau y Loomis, 1977; Leviton y Banta, 1964).

Cuadro 2. Endemismos de la península de Baja California presentes en la Región del Cabo.

Especie	R.C.	B.C.S.	B.C.N.
<i>Phyllodactylus unctus</i>	x		
<i>Phyllodactylus xanti</i>	x		
<i>Sceloporus monserratensis</i>	x	x	
<i>Sceloporus zosteromus</i>	x		
<i>Sceloporus licki</i>	x		
<i>Sceloporus hunsakeri</i>	x		
<i>Petrosaurus thalassinus</i>	x	x	x
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	x	x	
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>	x	x	x
<i>Cnemidophorus maximus</i>	x		
<i>Eumeces lagunensis</i>	x	x	
<i>Gerrhonotus paucicarinatus</i>	x	x	
<i>Bipes biporus</i>	x	x	
<i>Masticophis aurigulus</i>	x		
<i>Elaphe rosaliae</i>	x	x	
<i>Eridiphas slevini</i>	x	x	x
<i>Sonora mosaueri</i>	x	x	
<i>Crotalus ruber</i>	x	x	x
<i>Crotalus enyio</i>	x	x	x
Subespecie			
<i>Coleonyx variegatus peninsularis</i>	x	x	
<i>Sauromalus obesus australis</i>	x	x	x
<i>Dipsosaurus dorsalis lucasensis</i>	x	x	
<i>Petrosaurus thalassinus thalassinus</i>	x		
<i>Xantusia vigilis gilberti</i>	x		
<i>Cnemidophorus hyperythrus hyperythrus</i>	x	x	
<i>Pituophis melanoleucus vertebralis</i>	x		
<i>Trimorphodon biscutatus lyrophanes</i>	x	x	
<i>Phyllorhynchus decurtatus decurtatus</i>	x	x	x
<i>Masticophis flagellum fuliginosus</i>	x	x	x
<i>Salvadora hexalepis klauberi</i>	x	x	x
<i>Crotalus ruber lucasensis</i>	x	x	
<i>Crotalus mitchellii mitchellii</i>	x	x	

R.C. = Región del Cabo B.C.S. = Baja California Sur

B.C.N. = Baja California Norte x = Presencia de la especie

Cuadro 3. Listado y distribución de la herpetofauna de la Sierra de La Laguna.

Especie	Matorral Desértico	Selva Baja	Bosque de Encino	Bosque de pino
<i>Scaphiopus couchi</i>	-----	-----		
<i>Bufo punctatus</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Hyla regilla</i>		-----	-----	-----
<i>Rana catesbeiana</i>	-----			
<i>Coleonyx variegatus</i>	-----	-----		
<i>Phyllodactylus unctus</i>	-----	-----	-----	
<i>Phyllodactylus xanti</i>	-----	-----	-----	
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	-----			
<i>Callisaurus draconoides</i>	-----	-----		
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	-----	-----		
<i>Sceloporus zosteromus</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Sceloporus licki</i>		-----	-----	-----
<i>Sceloporus hunsakeri</i>		-----	-----	-----
<i>Uta stansburiana</i>	-----			
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Petrosaurus thalassinus</i>		-----	-----	-----
<i>Phrynosoma coronatum</i>	-----	-----		
<i>Xantusia vigilis</i>		-----	-----	-----
<i>Eumeces lagunensis</i>		-----	-----	-----
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>	-----	-----		
<i>Cnemidophorus maximus</i>	-----	-----		
<i>Gerrhonotus paucicarinatus</i>		-----	-----	-----
<i>Bipes biporus</i>	-----			
<i>Leptotyphlops humilis</i>	-----	-----		
<i>Lichanura trivirgata</i>	-----	-----		
<i>Masticophis flagellum</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Masticophis aurigulus</i>		-----	-----	-----
<i>Salvadora hexalepis</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Elaphe rosaliae</i>	-----			
<i>Pituophis melanoleucus</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Lampropeltis getulus</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Thamnophis couchi</i>	-----	-----	-----	
<i>Nerodia valida</i>		-----	-----	
<i>Sonora mosaueri</i>	-----			
<i>Chilomeniscus stramineus</i>	-----	-----		
<i>Tantilla planiceps</i>		-----	-----	-----
<i>Trimorphodon biscutatus</i>		-----	-----	
<i>Hypsiglena torquata</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Eridiphas slevini</i>	-----	-----	-----	
<i>Crotalus ruber</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Crotalus mitchellii</i>	-----	-----	-----	-----
<i>Crotalus enyo</i>	-----	-----	-----	-----

De acuerdo a las observaciones realizadas hasta la fecha, encontramos que otras especies están restringidas a un determinado tipo de vegetación y altitud, tal es el caso de especies típicas del desierto como *Coleonyx variegatus*, *Dipsosaurus dorsalis*, *Uta stansburiana* y *Phrynosoma coronatum*, las cuales no han sido detectadas más allá de la zona con vegetación desértica (0-400 m). Otras lagartijas, aunque también son típicamente desérticas, han invadido la parte boscosa de la Sierra, encontrándoseles incluso hasta la parte media de la selva baja (700-800 m), estas son: *Phyllodactylus unctus*, *P. xanti*, *Callisaurus draconoides*, *Cnemidophorus maximus* y *C. hyperythrus*.

Existen varias especies de lagartijas que se distribuyen en casi toda la Sierra, sin embargo éstas tienen marcada preferencia por determinado tipo de vegetación y altitud; así, la pequeña *Xantusia vigilis*, que en otros lugares es habitante típica de zonas áridas y semiáridas (Stebbins, 1985), aquí se encuentra en forma muy abundante en la parte superior de la Sierra, en el bosque de pino-encino; lo mismo sucede con el ánguideo *Gerrhonotus paucicarinatus*, que es una lagartija de mayor tamaño que se encuentra con mayor frecuencia a las mismas altitudes y en el mismo tipo de vegetación. Los gecónidos *Phyllodactylus unctus* y *P. xanti*, que pertenecen a un grupo básicamente tropical hasta ahora los hemos encontrado únicamente en la parte baja con matorral desértico y en la selva. Por su parte los bejoris *Sceloporus licki* y *S. hunsakeri*, son habitantes más comunes de la selva baja, aunque también se les encuentra en la parte superior e inferior de la Sierra, al igual que *S. zosteromus*, sólo que ésta es más frecuente en las partes bajas.

La iguana, *Ctenosaura hemilopha*, que es la especie de mayor tamaño, se encuentra básicamente en las áreas de matorral desértico y selva baja y no se le ha observado más allá de 1,000 m.

La lagartija de las piedras *Petrosaurus thalassinus* o "cocodrilo" como se le conoce localmente, es otro saurio que se distribuye en forma abundante en casi toda la Sierra, pero a diferencia de *Urosaurus nigricaudus*, es muy raro encontrarlo más allá de las inmediaciones de la Sierra de La Laguna. El síncido *Eumeces lagunensis* o "ajolotito rayado", ha sido observado pocas veces, y por lo que sabemos de él, parece estar restringido a las áreas húmedas y sombreadas de la zona boscosa.

Aparte de las diferencias observadas con respecto a distribución altitudinal y por tipo de vegetación, encontramos que también existe cierta separación en cuanto a los sitios en donde cada especie realiza su actividad. Las preferencias de las lagartijas por determinado tipo de sustrato son presentadas en el Cuadro 4, en el cual están anotados el número de individuos observados de cada especie en cada uno de los once tipos de sustrato utilizados por las lagartijas.

Como se observa, *Urosaurus nigricaudus* resulta ser la lagartija más generalista, en contraste con otras lagartijas del mismo género como *U. microscutatus* y *U. graciosus*, que habitan en el centro y norte de la Península, las cuales están restringidas a cierto tipo de sustrato (árboles y/o arbustos). En la Sierra, esta lagartija, utiliza la mayoría de los sustratos considerados (siete), aunque es una especie principalmente trepadora de árboles y rocas; la versatilidad que muestra en el uso del sustrato probablemente le ha favorecido para ser también la especie

más abundante (Asplund, 1967).

Otros lacertilios también básicamente trepadores y comunes en la región son *Sceloporus hunsakeri* y *S. licki*; la primera utiliza preferentemente el sustrato rocoso, y la segunda además de las rocas, utiliza también los árboles de cualquier tamaño, aunque generalmente los de poca altura. Por su parte, a *S. zosteromus* la hemos encontrado sobre rocas de pequeño o mediano tamaño, o cerca de ellas, sin embargo, en las tierras bajas de la región ha sido observada frecuentemente asociada a nidos de *Neotoma* y mezquites, o donde hay gran cantidad de materia vegetal acumulada, como en las márgenes de los arroyos.

Una especie restringida exclusivamente al sustrato rocoso es *Petrosaurus thalassinus*; esta lagartija grande y vistosa, habita preferentemente sobre rocas de gran tamaño y en los grandes paredones, que se encuentran principalmente en los fondos de los cañones.

Dos de los geos utilizan también las rocas, el más grande, *Phyllodactylus xanti*, suele ser encontrado entre las grietas u hoquedades formadas entre rocas voluminosas; *P. unctus* utiliza de igual manera las rocas, sin embargo también suele ser encontrado en el suelo debajo de objetos múltiples, o en árboles, generalmente entre la corteza de aquellos que están muertos.

La iguana *Ctenosaura hemilopha* habita sobre todo en árboles de tamaño mediano como el mezquite y en los cardones, aunque muchas veces son observadas asoleándose sobre rocas o paredones (Leviton y Banta, 1964).

Más de la mitad de las especies desarrollan su actividad básicamente sobre la superficie del suelo, pero sólo tres de ellas habitan preferentemente en la zona arbolada de la Sierra; la más notable es el "ajolote", nombre común con el que se conoce aquí al ánguideo *Gerrhonotus paucicarinatus*; esta lagartija prácticamente endémica de la Sierra es muy abundante sobre todo en sitios donde el suelo está cubierto con mucha hojarasca. La lagartija más pequeña, *Xantusia vigilis*, es pocas veces vista a menos que se busque debajo de rocas de tamaño pequeño (20-40 cm) o bajo troncos, principalmente aquellos que están podridos; y la rara *Eumeces lagunensis*, lagartija muy difícil de localizar, es encontrada por lo general al levantar piedras o troncos en las partes más húmedas de la Sierra.

El resto de las especies que desarrollan su actividad sobre el suelo, son principalmente habitantes de la zona desértica; los dos teidos, *Cnemidophorus maximus* y *C. hyperythrus*, son dos de las lagartijas más comúnmente observadas. La primera es una lagartija de gran tamaño, endémica de la región y que vive principalmente en la parte baja que rodea a la Sierra, generalmente está asociada a sitios rocosos, mientras que la otra conocida localmente como "güico", es una lagartija más chica pero muy abundante en toda la parte desértica de la Región del Cabo. La iguana del desierto o "cachorón güero" *Dipsosaurus dorsalis*, se observa frecuentemente forrajeando sobre la superficie del suelo aunque se ha reportado que en algunos sitios es activa incluso por lapsos de dos horas diarias dentro de su madriguera (Mayhew, 1968); por lo general suelen asolearse en áreas abiertas, arenosas y con poca vegetación; Asplund (1967), reporta haberlas observado también a cierta altura sobre troncos de cactus. La lagartija *Callisaurus draconoides* en esta zona es una especie muy frecuente donde el suelo es muy arenoso (Leviton

y Banta, 1964; Asplund, 1967), aunque también se le observa en suelos más compactos; en la Sierra sólo se le encuentra en los lechos arenosos de los arroyos que corren en el fondo de los cañones.

Uta stansburiana es una lagartija exclusiva del matorral desértico, que se encuentra generalmente en suelos arenosos firmes y a menudo asoleándose sobre piedras o troncos caídos, pero a poca altura sobre el suelo (menos de 50 cm).

Por último, el gecko *Coleonyx variegatus* y el "camaleón" *Phrynosoma coronatum*, son habitantes del suelo que en ocasiones se entierran parcialmente donde el suelo es arenoso; el primero es frecuentemente encontrado debajo de troncos o cardones caídos en proceso de desintegración, donde existe una gran cantidad de termitas.

Cuadro 4. Sustratos utilizados por las lagartijas en la Sierra de La Laguna.

Especie	SA	SF	BP	BT	TC	R1	R2	R3	P	a	A	TOT
<i>Coleonyx variegatus</i>	1			4								5
<i>Phyllodactylus unctus</i>			1		2	1	2					6
<i>Phyllodactylus xanti</i>							1	4	1			6
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	14	16										30
<i>Callisaurus draconoides</i>	39	14										53
<i>Ctenosaura hemilopha</i>								4		7	3	14
<i>Sceloporus zosteromus</i>					3	2	3			1		9
<i>Sceloporus licki</i>					4	5	5	9		8	9	40
<i>Sceloporus hunsakeri</i>			1		7		13	10	1			32
<i>Uta stansburiana</i>	4	15			9	4						32
<i>Urosaurus nigricaudus</i>		6			22	17	12	4		23	20	104
<i>Petrosaurus thalassinus</i>							6	34	18			58
<i>Phrynosoma coronatum</i>	2	2		2								6
<i>Xantusia vigilis</i>				24	20							44
<i>Eumeces lagunensis</i>			1	2								3
<i>Cnemidophorus maximus</i>	11	24		1								36
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>	17	39			2							58
<i>Gerrhonotus paucicarinatus</i>		20		6	4							30
TOTAL	88	137	25	34	46	36	42	65	20	39	32	551

SA = Suelo arenoso SF = Suelo firme BP = Bajo piedra

BT = Bajo tronco TC = Troncos caídos R1 = Roca menor de 1 m.

R2 = Roca de 1 a 2 m. R3 = Roca mayor de 2 m. P = Pared

a = árbol con diámetro menor a 30 cm.

A = árbol con diámetro mayor a 30 cm.

Así pues, encontramos que en la Sierra de La Laguna existen diez especies de lagartijas que desarrollan su actividad preferentemente sobre la superficie del suelo, aunque en ocasiones algunas suben sobre objetos como piedras o troncos caídos o se refugian debajo o dentro de los mismos; cuatro utilizan exclusivamente los sustratos rocosos; otras tres explotan tanto sustratos rocosos como árboles, arbustos u otro tipo de vegetación; mientras que sólo una ha sido encontrada en todos los niveles y tipos de vegetación, utilizando también la mayor variedad de sustratos. En suma, las especies que habitan en esta región se separan ya sea altitudinalmente y/o a nivel de sustrato, observándose también, como lo menciona Asplund (1967), que en la Región del Cabo algunas lagartijas son menos específicas en cuanto a selección de hábitats que en regiones más áridas hacia el norte de la Península.

Entre la herpetofauna que consideramos para el área de la Sierra de La Laguna, incluimos al anfisbénido o "ajolotito de dos manos" *Bipes biporus*, especie muy peculiar y difícil de localizar debido a sus hábitos subterráneos. Este raro animal exclusivo de Baja California Sur (Papenfuss, 1982; Stebbins, 1985), si bien no se distribuye en lo que es estrictamente hablando la Sierra, está presente en las mesetas bajas y en los planos costeros del Pacífico, junto a este macizo montañoso, encontrándosele principalmente en suelos arenosos, de los cuales emerge cuando existen condiciones ideales de humedad en la superficie o en busca de su alimento; en ocasiones se le observa debajo de cardones o troncos caídos.

Respecto a las serpientes, hasta la fecha cinco de las diecinueve especies han sido encontradas en toda la Sierra en forma más o menos frecuente. Estas son: la "chirriónera" *Masticophis flagellum*, que es la culebra más comúnmente observada durante el día sobre todo en las partes bajas con matorral desértico; el "alicante" *Pituophis melanoleucus*, también abundante y común durante el día en todos los tipos de vegetación. La "serpiente real" *Lampropeltis getulus* y la "culebra chata" *Salvadora hexalepis*, no han sido vistas tan frecuentemente como las anteriores pero sí las tenemos registradas en todos los niveles de la Sierra, siendo la segunda más común en las zonas bajas; y por último, la "víbora de cascabel" *Crotalus ruber*, que es la más común de las tres únicas serpientes venenosas de la región, la cual hemos localizado en todos los niveles altitudinales de la Región del Cabo.

Otras serpientes han sido observadas hasta ahora únicamente en la zona de matorral desértico, éstas son la "culebrita ciega" *Leptotyphlops humilis*, que es el representante más pequeño de la herpetofauna local, la rara "boa del desierto" *Lichanura trivirgata*, la pequeña "culebrita de arena" *Chilomeniscus stramineus*, la "víbora sorda" *Trimorphodon biscutatus*, y la "culebra nocturna" *Hipsiglena torquata*. Sin embargo, es probable la presencia de estas especies en partes más elevadas.

Las serpientes que han sido observadas en las partes altas de la Sierra son: la "Chirriónera del Cabo" *Masticophis aurigulus* y la "culebra prieta" *Nerodia valida*, dos especies endémicas, a las cuales las hemos encontrado hasta ahora únicamente en la selva baja y el encinar, aunque es posible su presencia en otras áreas. Encontramos que la culebra prieta se limita a un hábitat muy específico como son los arroyos por donde corre agua la mayor parte del año. De igual forma, la pequeña "culebrita de cabeza negra" *Tantilla planiceps* y la "culebra nocturna de

Baja California'' *Eridiphas slevini*, la primera localizada hasta la fecha sólo en la parte arbolada de la Sierra y la segunda en la parte inferior con matorral y selva. Las otras dos víboras de cascabel *Crotalus michellii* y *C. enyo*, sólo las hemos localizado en las partes bajas aunque suponemos su presencia en otras áreas más altas donde exista abundante sustrato rocoso que es el hábitat preferido por estas dos serpientes (Armstrong y Murphy, 1979).

Por último, hay tres especies que no ha sido posible encontrar hasta hoy en el área que corresponde a la Sierra de La Laguna, las cuales incluimos debido a que su distribución abarca la Región del Cabo: la culebra ratonera *Elaphe rosaliae* (Seib, 1980; Murphy, 1983 y Stebbins, 1985); la culebrita de tierra *Sonora mosaueri* (Seib, 1980 y Murphy, 1983); y la culebra acuática *Thamnophis couchi* (Murphy, 1983). También existe el reporte de una serpiente real endémica de la Región del Cabo, *Lampropeltis nitida* (Van Denburg, 1895; Drewes y Leviton, 1978), sin embargo este taxón es cuestionable (Murphy, 1983a) por lo cual por ahora no es tomada en cuenta, esperando realizar una mayor investigación al respecto.

La herpetofauna de la península de Baja California, oeste de México y suroeste de los Estados Unidos, presenta diversos patrones de distribución; algunas especies tienen un rango continuo en las tres áreas, otras en cambio presentan patrones de distribución alopatricos o disyuntos en la Península y en el continente, o en los extremos de la misma Península; siendo esto evidente en el extremo sur o Región del Cabo y en las islas, en donde se presentan un buen número de endemismos.

En el presente trabajo analizamos las relaciones de afinidad que actualmente existen entre el área ocupada por la Sierra (incluyendo las partes desérticas del pie de monte y las planicies costeras) y otras áreas peninsulares y continentales, históricamente relacionadas con el origen de la herpetofauna de la Región del Cabo. En el Cuadro 5, se enlistan las especies de anfibios y reptiles que son compartidas entre la Sierra y otras áreas como: la región californiana (Murphy 1983a) en el noroeste de la Península; una zona del desierto sonorense, conocida como "El Pinacate" (Ortega, *et al.*, 1986; González y Alvarez, obs. pers.) hacia el noreste de la misma; con la costa occidental de México, del sur de Sinaloa a Colima (Casas-Andreu, 1982); y con la Reserva de la Biósfera "La Michilía", Durango, en la Sierra Madre Occidental (Alvarez y Polaco, 1983; González, obs. pers.) (Mapa 2).

Del total de la herpetofauna que consideramos para la Sierra de La Laguna, siete especies y tres subespecies de reptiles están confinadas a la Región del Cabo, encontrando que cinco especies y dos subespecies prácticamente sólo se distribuyen en el área comprendida por la Sierra. En el Cuadro 5, observamos que de un total de diecinueve especies, son compartidas con la región californiana, catorce con la Sierra del Pinacate, Sonora; diez con la costa del sur de Sinaloa a Colima, y solamente dos con La Michilía en la parte este de la Sierra Madre Occidental.

Entre los géneros de reptiles que tienen parientes cercanos en las tierras continentales de México, están el anfisbenido *Bipes*, las serpientes *Nerodia* y *Elaphe*, y los lacertilios *Ctenosaura* y *Phyllodactylus* (Papenfuss, 1982). Los patrones de distribución, la relación de las especies, origen y diferenciación, se explican más claramente en base a los estudios sobre tectónica de placas, en los que se ha demostrado que la península de Baja California estuvo unida millones de años atrás

Cuadro 5. Especies compartidas entre la Sierra de La Laguna otras áreas peninsulares y continentales del occidente de México.

Sierra de La Laguna	Reg Calif.	Pina-cate	Costa Sin-Col	Michi-lia
<i>Scaphiopus couchi</i>	x	x		
<i>Bufo punctatus</i>	x	x		x
<i>Hyla regilla</i>	x			
<i>Rana catesbeiana</i>	x			
<i>Coleonyx variegatus</i>	x	x	x	
<i>Phyllodactylus unctus</i>				
<i>Phyllodactylus xanti</i>				
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>		x		
<i>Callisaurus draconoides</i>		x	x	
<i>Ctenosaura hemilopha</i>			x	
<i>Sceloporus zosteromus</i>				
<i>Sceloporus licki</i>				
<i>Sceloporus hunsakeri</i>				
<i>Uta stansburiana</i>	x	x		
<i>Urosaurus nigricaudus</i>				
<i>Petrosaurus thalassinus</i>				
<i>Phrynosoma coronatum</i>	x			
<i>Xantusia vigilis</i>		x		
<i>Eumeces lagunensis</i>				
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>	x			
<i>Cnemidophorus maximus</i>				
<i>Gerrhonotus paucicarinatus</i>				
<i>Bipes biporus</i>				
<i>Leptotyphlops humilis</i>	x	x	x	
<i>Lichanura trivirgata</i>	x			
<i>Masticophis flagellum</i>	x	x		
<i>Masticophis aurigulus</i>				
<i>Salvadora hexalepis</i>	x	x	x	
<i>Elaphe rosaliae</i>				
<i>Pituophis melanoleucus</i>	x	x	x	x
<i>Lampropeltis getulus</i>	x	x		
<i>Thamnophis couchi</i>	x			
<i>Nerodia valida</i>				
<i>Sonora mosaueri</i>				
<i>Chilomeniscus stramineus</i>				
<i>Tantilla planiceps</i>			x	
<i>Trimorphodon biscutatus</i>	x		x	
<i>Hypsiglena torquata</i>	x	x	x	
<i>Eridiphas slevini</i>				
<i>Crotalus ruber</i>	x			
<i>Crotalus mitchellii</i>	x	x		
<i>Crotalus enyo</i>	x			
Totales	19	14	10	2

a las tierras continentales de México, y que tras una serie de eventos geológicos, adquirió su forma actual (Ver capítulo 2). En consecuencia, algunas de las especies distribuidas dentro de la Región del Cabo se originaron por la migración de troncos ancestrales a través de la Península, desde el continente, y otras por eventos vicariantes (Seib, 1980).

Por lo tanto, es necesario tomar en cuenta el incremento de la aridez que se dio durante el Plioceno, lo que obligó a especies tropicales y subtropicales (que invadieron la Península durante el Mioceno por su extremo norte) a retraerse al norte y sur, aislándose; originándose como consecuencia especies relacionadas en Baja California Norte y Sur, como es el caso de las serpientes *Masticophis lateralis* con *M. aurigulus*, las lagartijas *Eumeces skiltonianus* con *E. lagunensis*, y *Gerrhonotus multicarinatus* con *G. paucicarinatus* (Murphy, 1983b).

Por estudios de electroforesis se ha estimado que el tiempo de divergencia entre las especies de *Bipes* en Baja California Sur, Guerrero y Michoacán es de cerca de 15 millones de años al igual que entre las lagartijas *Phyllodactylus unctus*, de la Región del Cabo y *P. paucituberculatus*, de Michoacán, lo cual no difiere mucho con el tiempo estimado para la separación de la región del continente (Papenfuss, 1982).

Es interesante hacer mención de algunas de las creencias que muchos habitantes locales tienen acerca de diferentes especies de anfibios y reptiles de la región. Por ejemplo, es notorio el miedo que le tienen a lagartijas prácticamente inofensivas como los "Güicos" (*Cnemidophorus* spp.) y a los "bejoris" (*Sceloporus* spp.), que ellos consideran muy agresivos e incluso hasta venenosos, temiéndoseles aún más que a algunas víboras. En general, las serpientes también son objeto de temor, como suele suceder en muchas otras partes del país y del mundo, lo que propicia que las maten simplemente por la posibilidad de que éstas sean venenosas, no obstante que las únicas que representan un peligro en este sentido son las tres especies de víboras de cascabel del género *Crotalus* presentes en la región. Asimismo, las cascabel son utilizadas por algunas personas debido a supuestas cualidades para la "curación" de enfermedades como la anemia y la lepra, para cicatrizar heridas y quitar granos.

Otras especies son temidas por la gente porque creen arrojan una sustancia lechosa que ocasiona ciertos males, la de la "Salamanquesa" (*Phyllodactylus* spp.), ocasiona que "se caiga la carne", la del camaleón (*Phrynosoma*), "quema la piel", y con la del "coralillo o solcate" (*Pituophis*), "se cae el pelo y se parte la piel si uno no se lava rápido". Una creencia muy peculiar existente en torno a los "ajolotes" (*Bipes* y *Gerrhonotus*), en la cual según la gente, sobre todo el primero, se les introducen por el ano a los niños causándoles enfermedades, por lo que estas especies les causan temor y repugnancia.

Por otra parte, sólo tres especies son utilizadas como fuente alimenticia, aunque no de una manera muy extendida entre la población; las más consumidas son la víbora de cascabel y la iguana (*Ctenosaura*, utilizada también para curar la tos ferina), y en forma muy escasa la "rana toro" (*Rana catesbeiana*).

Conclusiones

La Sierra de La Laguna, por sus características especiales de aislamiento y composición florística, es importante entre otras cosas por su número de endemismos. Entre las especies de reptiles más peculiares de la Sierra se pueden mencionar a *Gerrhonotus paucicarinatus* y *Xantusia vigilis* en el bosque de pinoencino; *Sceloporus hunsakeri*, *S. licki*, *Eumeces lagunensis*, *Petrosaurus thalassinus*, *Masticophis aurigulus* y *Nerodia valida*, en la selva baja caducifolia; y a *Cnemidophorus maximus*, *Sceloporus zosteromus* y *Ctenosaura hemilopha*, en la zona con matorral desértico.

También se observa que existe cierta separación entre las especies en cuanto a su distribución, se encontró que algunas de ellas, están restringidas a un cierto nivel altitudinal como en el caso de las especies típicas del desierto (*Uta*, *Dispsosaurus*, *Lichanura*, *Leptotyphlops*, *Scaphiopus*, etc.) las cuales no han sido observadas más arriba de los 400 m.; otras especies se encuentran ampliamente distribuidas, como *Hyla regilla*, *Urosaurus nigricaudus*, *Masticophis flagellum*, *Pituophis melanoleucus* y *Crotalus ruber*. Asimismo, algunas especies muestran preferencias por un determinado hábitat o sustrato, como *Hyla regilla* y *Nerodia valida* que únicamente se encuentran donde hay cuerpos de agua permanentes; *Petrosaurus thalassinus* sólo frecuenta sustratos rocosos, o *Callisaurus draconoides* que preferentemente habita sitios muy arenosos; en tanto que otras son muy generalistas, como *Urosaurus nigricaudus*.

Existen diversas relaciones entre la Región del Cabo y otras áreas con características fisiográficas, climáticas y florísticas similares, que históricamente han influido en mayor o menor grado en la distribución de las especies de la Sierra de La Laguna, observándose que actualmente muchas especies se comparan y otras más se encuentran cercanamente emparentadas; sin embargo, falta aún mucha información al respecto, por lo cual esperamos que este trabajo aliente a un mayor número de investigadores nacionales a trabajar con esta interesante herpetofauna, que es sin duda una de las más singulares de América.

Literatura citada

- Alvarez, T. y O.J. Polaco, 1983. Herpetogona de La Michilía, Durango, México. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México. 28: 73-97.
- Armstrong, B.L. y J.B. Murphy. 1979. The Natural History of Mexican rattlesnakes. *University of Kansas Museum of Natural History*. 89 pp.
- Asplund, K.K. 1967. Ecology of lizards in the relictual Cape flora, Baja California. *American Midland Naturalist*. 77: 462-475.
- Casas-Andreu, G. y C. J. McCoy. 1979. *Anfibios y Reptiles de México*. Editorial Limusa, 87 pp.
- Casas-Andreu, G. 1982. *Afibios y reptiles de la costa suroeste del Estado de Jalisco, con aspectos sobre su ecología y biogeografía*. Tesis doctoral. UNAM. 316 pp.
- Drewes, R. C. y A. E. Leviton. 1978. Rediscovery of *Lampropeltis nitida* Vandenburg (Reptilia, Serpentes, Colubridae) in Baja California Sur, México. *Journal of Herpetology* 12 (1): 102-103.

- Due, D.A. y G. A. Polis. 1986. Trends in scorpion diversity along the Baja California Peninsula. *American Naturalist*. 128: 460-468.
- Durham, J.W. K y E. C. Allison. 1960. The geologic history of Baja California and its marine faunas. *Systematic Zoology*. 9(2): 47-91.
- Etheridge, R. 1961. Additions to the herpetological fauna of Isla Cerrato in the Gulf of California, México. *Herpetologica* 17(1): 57-60.
- Gastil, G., J. Minch y R. P. Phillips. 1983. The geology and ages of islands. p. 13-25. In: *Island Biogeography in the Sea of Cortez*. T.J. Case y M. L. Cody (Eds.). University of California Press. Los Angeles.
- Karasov, W. H. y R. A. Anderson. 1984. Interhabitat differences in energy acquisition and expenditure in a lizard. *Ecology* 65(1): 235-247.
- Lawlor, T.E. 1983. The Peninsular Effect on mammalian species diversity in Baja California. *The American naturalist* 121(3): 432-439.
- Leviton, A.E. y B. H. Banta. 1964. Midwinter reconnaissance of the herpetofauna of the Cape Region of Baja California, México. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 30(7): 128-156.
- Mayhew, W.W. 1968. *Biology of Desert Amphibians and Reptiles*. 195-356. In: Desert Biology. Vol. I, cap VI, Brown Jr., G.W. (Ed.) Academic Press, N.Y.
- Murphy, R.W. 1974. A new genus and species of *Eublepharine* gecko (Sauria: Gekkonidae) from Baja California, México. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. 50(4): 87-92.
- Murphy, R. W. 1975. Two new blind snakes (Serpentes: Leptotyphlopidae) from Baja California, México. With a contribution to the biogeography of peninsular and insular herpetofauna. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 50(5): 93-107.
- Murphy, R. W. y J. R. Ottley. 1979. *Ramphotyphlops braminus*. *Herpetological Review* 10(4): 119.
- Murphy, R.W. y J. R. Ottley. 1980. A genetic evaluation of the leafnose snake *Phyllorhynchus arenicolus*. *Journal of herpetology* 14(3): 263-268.
- Murphy, R. W. 1983a. Paleobiogeography and patterns of genetic differentiation of Baja California herpetofauna. *Occasional Papers California Academy of Sciences* 137: 1-48.
- Murphy, R. W. 1983b. The reptiles: origins and evolution. p.130-158. In: *Island Biogeography in the Sea of Cortéz*. T. J. Case y M. L. Cody (Eds.). University of California Press. Los Angeles.
- Murphy, R. W. and J. R. Ottley. 1984. Distribution of amphibians and reptiles on islands in the Gul of California. *Annals Of Carnegie Museum* 53(8): 207-230.
- Ortega, A., A. González-Romero y R.B. Barbault. 1986. Rythmes journaliers d'activite et Partege des ressources dans une communaute de lezards du desert de Sonora, Mexique. *Revue Ecologic (Terre er Vie)*, Vol. 41, 355-360.
- Ottley, J. R. y R W. Murphy. 1981. *Petrosaurus thalassinus repens*. *Herpetological Review*. 12(2).
- Ottley, J. R. y R. W. Murphy. 1983. *Gerrhonotus paucicarinatus*. *Herpetological Review* 14(1):27.
- Ottley, J. R. y E. E. Jacobsen. 1983. Pattern and coloration of juvenile *Elaphe rosaliae* with notes on natural history. *Journal of Herpetology* 17(2): 189-191.
- Pepenfuss, T. J. 1982. The ecology and systematic of the amphisbaenian genus *Bipes*. *Occasional Papers of California Academy of Sciences*. 136: 42.
- Rau, C. S. y R. B. Loomis. 1977. A new species of *Urosaurus* (Reptilia, Lacertilia, Iguanidae) from Baja California México. *Journal of Herpetology* 11(1): 25-29.
- Savage, J. M. 1952. Studies on the lizard family Xantusiidae. The systematic status of Baja California night lizard allied to *Xantusia vigilis* with description of a new subspecies. *American Midland Naturalist*. 48(2):467-479.

- Savage, J.M. 1960. Evolution of a Peninsular Herpetofauna. *Systematic Zoology*. 93(4): 184-212.
- Schmidt, K. P. 1922. The amphibians and reptiles of Lower California and the neighboring islands. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 46: 67-707.
- Scudder, K. M., A. Powers y H. M. Smith. 1983. Comparisons of desert iguanas (*Dipsosaurus*) from Cerralvo Islan and adjecent Baja California, México. *Transactions of the Kansas Academy of Sciences*. 86(4): 149-153.
- Seib, R. C. 1980. Baja California, a peninsula for rodents but not for reptilies. *American Naturalist*. 115: 613-620.
- Smith, H. M. y R. L. Holland. 1971. Noteworthy snakes and lizards from Baja Calironia *Journal of Herpetology* 5(1-2): 56-59.
- Smith, H. M., R. L. Holland y R. L. Brown. 1971. The prarier rattlesnake in Baja California Sur. *Journal of Herpetology* 5(3-4):200.
- Smith, H. M. y E.H. Taylor. 1966. *Herpetology of México*. Annotated checklist and keys to the amphibians and reptiles. Eric Lundsberg Ed.
- Soulé, E. M. 1961. *Eridiphas slevini* (Tanner) on Cerralvo Island, Gulf of California, México. Notes. *Herpetologica* 17(1): 57-60.
- Stebbins, R. C. 1985. *A field guide to Western Reptiles and Amphibians*. The Peterson Field Guide Series. 2a ed. Houghton Mifflin Co., Boston. 336 pp.
- Tanner, W. W. 1966. The night snakes of Baja California. *Transanctions of the San Diego Society of Natural history*. 14(15): 189-196.
- Taylor, R. J. y P. J. Regal. 1978. The peninsular effect on species diversity and the biogeography of Baja California. *American Naturalist*. 112(985): 583-593.
- Van Denburgh, J. 1895. A Review of the herpetology of Lower California. Part I-Reptiles. *Proceedings of the California Academy of Science*. 2nd Ser. 5: 77-162.
- Zweifel, R. G. 1958. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to West México 2. Notes on reptiles and amphibiants from Pacific coastal island of Baja California. *American Museum Novitates* 1985.

CAPÍTULO 12

AVIFAUNA

Ricardo Rodríguez Estrella

Resumen

En la Sierra de La Laguna se realizó un estudio comparativo de la diversidad específica de la avifauna en dos comunidades vegetales: el bosque tropical decíduo (BTD) y el bosque de pino-encino (BPE). Se consideraron los requerimientos de hábitat de las rapaces y buhos para establecer un programa de conservación.

Se utilizó el método de Emlen (1971) para estimar la composición de la comunidad de aves. La densidad (individuos/40 ha) y la diversidad específica fueron calculadas a distintas altitudes: 460 y 700 m para BTD; y 1,800 m para BPE. Se determinó la abundancia relativa de rapaces mediante transectos.

La diversidad disminuye con la altitud: 13.38 y 8.08 en el BTD a 6.87 en el BPE. La densidad media varía de 181.4 y 166.8 en el BTD, a 113.2 en el BPE. Los resultados sugieren que el BTD contiene una diversidad específica más alta porque presenta una mayor heterogeneidad de hábitats. El aura, el caracara y el gavilán negro fueron las rapaces más abundantes; las dos últimas y el águila pescadora mostraron la mayor selectividad de hábitats.

Cuarenta y un especies de aves endémicas fueron reportadas para el sur de Baja California; 24 están restringidas a la Sierra de La Laguna.

Finalmente, se deben considerar áreas con mayor diversidad específica, con mayor número de especies endémicas y/o a rapaces y buhos con requerimientos amplios para una protección adecuada del ecosistema.

Abstract

A comparative study was conducted to determine bird species diversity between two vegetation types, tropical dry forest (BTD) and pine-oak forest (BPE), at the Sierra de La Laguna in Baja California Sur. Raptor habitat requirements were

considered also to establish a conservation program of these natural ecosystems.

The Emlen (1971) method to estimate community composition was employed. Density (individuals/40 ha) and diversity (Simpson's index) were estimated at different altitudes: 460 and 700 m for BTD; and 1 800 m for BPE. Transect counts were used to estimate raptors' relative abundance.

Results show that diversity varies from 13.38 and 8.08 in the BTD at the corresponding altitudes, to 6.87 in BPE at the highest altitude. Likewise, mean density varies from 181.4 and 166.8 in the BTD, to 113.2 for the BPE. Results suggest the BTD harbors a higher diversity because it provides a greater habitat heterogeneity. Turkey vulture, caracara, and Harris hawk were the most abundant raptors. Harris hawk, caracara, and osprey showed the highest selectivity of habitats.

Forty one endemic species of birds were reported for southern Lower California, from which 24 occur only at the Sierra de La Laguna.

Finally, it is proposed that conservation strategies must consider highly diverse areas, endemic and/or raptor species with the greatest habitat requirements to guarantee adequate protection for whole ecosystems.

Introducción

Una de las zonas más ricas en cuanto a endemismos vegetales y animales se refiere, y cuya historia evolutiva ha despertado más interés en la comunidad científica desde principios de siglo, es la región comprendida dentro del Distrito del Cabo, especialmente el área montañosa ubicada al sur de la península de Baja California, conocida como Sierra de La Laguna. Su particular situación, su historia geológica, la presencia de afinidades bióticas con la región árido tropical del continente (Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima), el temprano aislamiento que sufrió su biota del resto de la fauna y flora del desierto sonorense, y el que la Sierra de La Laguna sea la única porción con bosque de coníferas en el Estado, hacen de esta región uno de los sitios de Norteamérica con más interés para su estudio biogeográfico, además de que esta área se ha convertido en una isla y refugio para muchas especies de aves con requerimientos específicos de hábitat.

La presente contribución pretende mostrar aspectos generales de la situación actual de la avifauna en la Sierra de La Laguna haciendo referencia a su situación en la región del Distrito del Cabo. Primero se da un listado lo más completo posible de las especies de aves presentes, haciendo especial referencia a su estatus actual y a su hábitat más común en que ocurre en la Sierra de La Laguna. En segundo lugar se presentan los resultados de un primer estudio sobre la abundancia y diversidad de las especies de aves presentes en el bosque de pino-encino y en el bosque tropical deciduo en la Sierra de La Laguna, considerando los diferentes "guilds" para cada una de las comunidades; asimismo se analizan los patrones de distribución de Falconiformes y Strigiformes en esta área. Finalmente, se hace un análisis sobre la relación de especies endémicas de la Sierra y se presentan algunas inferencias biogeográficas de la Península y el continente basadas en estudios sobre la avifauna realizados en hábitats similares.

Antecedentes

Existe una abundante literatura sobre la avifauna de la península de Baja California. Pero a pesar de que entre Baja California Norte y Sur se cuenta con aproximadamente 562 trabajos, la mayoría de ellos se encuentra conformado como notas, reportes técnicos, reportes de nuevas localidades y descripciones de nuevas subespecies. Los últimos treinta años han visto poco progreso en los estudios ornitológicos de Baja California, existiendo sólo 189 publicaciones en toda la Península, de las cuales tan sólo habrá tres o cuatro trabajos que aporten datos innovadores sobre la historia natural de la fauna peninsular.

En lo referente al Distrito del Cabo, del total de los 562 trabajos sólo le han sido dedicadas alrededor de 40 publicaciones, de las cuales sobresalen los trabajos de Brewster (1902), Grinnel (1928), Davis (1959), Stager (1960), Banks (1967), Cody (1983) y Wilbur (1987), puesto que son los únicos que hacen referencia al origen y evolución de la avifauna del Cabo, con un fuerte aporte a la situación endémica que predomina en esta región.

Area de estudio

El estudio avifaunístico que se presenta en este capítulo, fue realizado en el gradiente altitudinal de la Sierra de La Laguna, trabajando en la comunidad del bosque tropical deciduo cuyos límites van de los 300 a los 800 m, y en el bosque de pino-encino, ubicado entre los 1,500 y los 2,000 m. La Sierra de La Laguna se encuentra situada en el Distrito del Cabo (Fig. 1).

Metodología

La lista de aves que se presenta se basa primordialmente en observaciones de campo personales y notas de algunos otros investigadores del Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S., División de Biología Terrestre, así como en una revisión exhaustiva de la literatura existente. Los nombres científicos dados en esta lista siguen los lineamientos del A.O.U. Check List of North American Birds (1983, 1985). Los nombres comunes se obtuvieron de encuestas locales y de la bibliografía.

Los resultados del trabajo de campo corresponden al año 1987, cuyas observaciones fueron hechas principalmente en la Sierra de La Laguna e inmediaciones en forma de un gradiente altitudinal que cubriese las tres comunidades vegetales ya mencionadas. En la porción de vegetación de pino-encino de la Sierra (aproximadamente a 1,750 m) fue establecido un transecto lineal de 1.6 km de longitud, con bandas de 125.6 m a cada lado considerando cuatro puntos con longitud de 400 m, cada uno a lo largo del recorrido, cubriendo un área de 40 ha. Se efectuaron conteos de las aves entre punto y punto de acuerdo a la metodología de Emlen (1971). Los conteos se hicieron del 13 a 17 de marzo, diariamente de 06:30

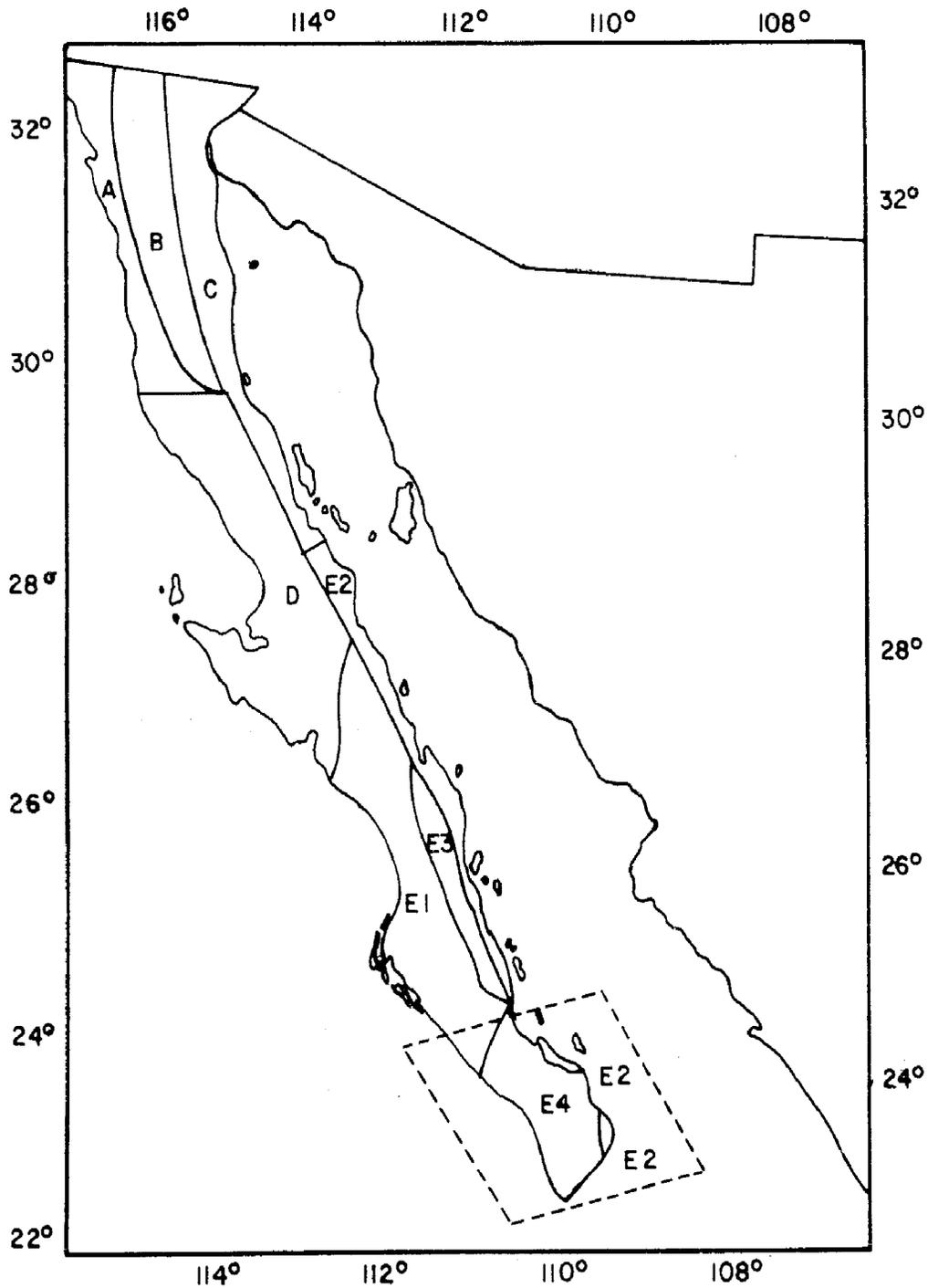


Figura 1. Las diferentes zonas faunísticas y botánicas de Baja California de acuerdo a Nelson (1921) y Wiggins (1980). (A) Distrito de San Diego/región californiana. (B) Distrito San Pedro Mártir/región bosque de coníferas. (C) Distrito Desierto del Vizcaíno/región desierto sarcófilo. (E) Distrito del Cabo: región Magdalena (E1); región Sarcocaullescente (E2); región Sierra de La Giganta (E3); región árido tropical (E4). En la región E4 es donde se localiza la Sierra de La Laguna (tomado de Wilbur, 1987).

a 10:00 hrs., registrando todas las aves vistas o escuchadas durante el transecto. En el bosque tropical deciduo se establecieron dos transectos. Uno de ellos se ubicó a una altitud sobre el nivel del mar de 480 m censado linealmente 40 ha, y el otro a una de 700 m censando linealmente 40 ha. Los censos se efectuaron con la misma metodología citada los días 21, 22, 23 y 24 de octubre del mismo año. Los datos de densidad se dan en aves/40 ha.

Un índice de diversidad fue determinado mediante la fórmula del índice de Simpson (1949),

$$D = 1 / P_i^2 \quad \text{donde } P_i^2 = n_i^2 / N$$

donde: p_i es la proporción de la especie i en el transecto-punto i ; n_i es el número de individuos de la especie i en el transecto-punto i ; N es el número total de individuos de las especies en el transecto-punto i .

Las observaciones sobre la abundancia de rapaces en el matorral xerófilo se realizaron a lo largo de transectos en carretera, haciendo los registros de todos los individuos de las especies observadas desde un vehículo conducido a velocidad promedio de 27 km/h, con bandas máximas de 0.4 a 1.6 km a cada lado de la carretera (Craighead y Craighead, 1956; Fuller y Mosher, 1981). Los datos de número de individuos en el bosque tropical deciduo y en el bosque de pino-encino se obtuvieron mediante búsquedas a pie. Los datos de abundancia se presentan en aves/100 km.

Resultados

Las especies. El Distrito del Cabo contiene en sus diversos ecosistemas (costero, desértico y boscoso) un total aproximado de 289 especies de aves, siendo 111 de ellas residentes y el resto invernantes o migratorias. De las aves residentes 41 especies son endémicas del sur de la Baja California a nivel de especie o subespecie, lo cual indica que existe un 36.9% de endemismos en la avifauna nativa. Para la región de La Laguna se han reportado 74 especies, reproduciéndose allí mismo 34 de ellas. De las 34 especies reproductoras de La Laguna, 24 son endémicas de la Región del Cabo (un 70.6%) y 15 de estas especies se reproducen únicamente en el bosque de pino-encino (Cuadro 1).

Densidad y diversidad específica. El análisis de los datos por el método de transecto lineal para cada una de las comunidades, aunque no puede ser comparado por haber tomado los datos en épocas distintas, nos puede indicar las diferencias en densidad y diversidad de la avifauna en cada una de las comunidades durante la época donde se presentan, casi en su totalidad, especies residentes de la Sierra de La Laguna.

Cuadro 1. Especies de aves que se presentan en la Sierra de La Laguna, según este estudio, en el bosque tropical decido (BTD) y en el bosque de pino-encino (BPE). El * indica a las especies que se reproducen en la Sierra. El + indica las especies endémicas del Distrito del Cabo. El @ indica que son endémicas de la Sierra de La Laguna. Además son incluidas las citas de Banks (1967) y de Wilbur (1987). R=rapaz, predador; GT y GA = granívoro terrestre y arbóreo; I=insectívoro; Io=insectívoro-omnívoro; N=nectarívoro; O=omnívoro. A=residente, B=invernante, migratorio, C=accidental.

Especie	BTD	BPE	BANKS	WILBUR
PELECANIFORMES				
Pelecanidae				
<i>Pelecanus occidentalis californicus</i>	x		x	
pelicano café (A)				
CICONIFORMES				
Ardeidae				
<i>Nycticorax nycticorax hoatli</i>				
perro de agua (A)	x			
ANSERIFORMES				
Anatidae				
<i>Anas platyrhynchos platyrhynchos</i>		x		
pato real, pato de collar (B)		x		
FALCONIFORMES				
Cathartidae				
<i>Cathartes aura teter</i> R*	x	x	x	x
aura, zopilote (A)				
Accipitridae				
<i>Circus cyaneus hudsonius</i> R		x		
gavilán gris (B)				
<i>Accipiter striatus velox</i> R	x	x	x	x
aguililla pollera (A/B)				
<i>A. cooperi</i> R	x	x	x	x
aguililla pinta pollera (A/B)				
<i>Buteo albonotatus</i> R		x		
aguililla prieta (A)				
<i>Buteo jamaicensis calurus</i>				
R *	x	x	x	x

Espece	BTD	BPE	BANKS	WILBUR
gavilán cola roja (A)				
<i>B. regalis</i> R				
aguilla clara (B)			X	X
<i>Polyborus plancus</i>				
<i>audobonii</i> R	X			
quelele, caracara (A)				
<i>Falco sparverius</i>				
<i>peninsularis</i> R	X	X	X	X
cernícalo (A)				
<i>F. columbarius bendirei</i> R	X	X		
halcón palomero (A/B)				
<i>F. peregrinus anatum</i> R		X	X	
halcón peregrino (A)				
CHARADRIIFORMES				
Charadriidae				
<i>Charadrius vociferus</i>				
<i>vociferus</i> *			X	
tildio (A)				
<i>C. montanus</i>		X		X
tildio de montaña (B)				
Scolopacidae				
<i>Gallinago gallinago</i>				
<i>delicata</i>		X		
agachona común (B)				
COLUMBIFORMES				
Columbidae				
<i>Columba fasciata vioscae</i>				
GT* +	X	X	X	X
paloma serrana (A)				
<i>Zenaida asiática clara</i>				
GT* + @	X	X	X	X
paloma de las blancas (A)				
<i>Z. macroura marginella</i>				
GT	X		X	X
tarabilla (A)				
<i>Columbina passerina</i>				
<i>pallescens</i> GT	X			X
tortolita (A)				
CUCULIFORMES				
Cuculidae				
<i>Coccyzus americanus</i>				
<i>occidentalis</i> I	X		X	X
pájaro del agua (A)				
<i>Geococcyx californianus</i> P			X	X
correcaminos, churella (A)			X	X

Especie	BTD	BPE	BANKS	WILBUR
STRIGIFORMES				
Tytonidae				
<i>Tyto alba pratincola</i> R lechuza cara blanca (A)	X	X	X	X
Strigidae				
<i>Otus kennicottii xantusi</i> R* + lechuzita (A)	X	X	X	X
<i>Bubo virginianus elachistus</i> R tecolote orejudo (A)	X	X	X	X
<i>Glaucidium gnoma</i> hoskinsii R* + tecolotito (A)		X	X	X
<i>Micrathene whitneyi</i> sanfordi R + tecolote enano (A)				X
CAPRIMULGIFORMES				
Caprimulgidae				
<i>Chordeiles acutipennis</i> inferior I + tapacamino (A)	X	X	X	X
<i>Phalaenoptilus nuttallii</i> dickeyi I* tapacamino (A)		X	X	X
<i>Caprimulgus vociferus</i> I tapacamino			X	X
APODIFORMES				
Apodidae				
<i>Aeronautes saxatalis</i> saxatalis I* vencejo (A)			X	X
Trochilidae				
<i>Hylocharis xantusii</i> N* + colibri de Xantus (A)	X	X	X	X
<i>Calypte costae</i> N colibrí garganta violeta (A)		X		
CORACIIFORMES				
Alcedinidae				
<i>Ceryle alcyon</i> martín pescador (B)	X			
PICIFORMES				
Picidae				
<i>Melanerpes formicivorus</i> angustifrons I-o* + @		X	X	X

Espece	BTD	BPE	BANKS	WILBUR
pitorreal (A)				
<i>Sphyrapicus varius nuchalis</i> I-		X	X	X
carpintero saucero (B)				
<i>Picoides scalaris</i>				
<i>lucasanus</i> I-o* +	X	X	X	X
carpintero chollero (A)				
<i>Colaptes auratus</i>				
<i>chrysoides</i> I-o*	X		X	X
carpintero aliamarillo (A)				
PASSERIFORMES				
Tyrannidae				
<i>Contopus sordidulus</i>				
<i>peninsulae</i> I* + ©			X	X
mosquerito común (A)				
<i>Empidonax traillii brewsteri</i> I				X
mosquerito saucero (B)				
<i>E. difficilis cineritius</i> I* + ©	X	X	X	X
mosquerito verdín (A)				
<i>Sayornis nigricans semiatra</i>				
I*			X	X
papamoscas negro (A)				
<i>Sayornis saya</i> I			X	
papamoscas boyero (B)				X
<i>Pyrocephalus rubinus</i>				
<i>flammeus</i> I	X			
brasita de fuego (A)				
<i>Myiarchus tuberculifer</i>				
<i>tresmariae</i> I				X
pájaro lelo (C)				
<i>M. cinerascens pertinax</i>				
I* +			X	
copetón común (A)				
<i>Tyrannus vociferans vociferans</i> I			X	X
pájaro abejero, madrugador chilero (B)				
Hirundinidae				
<i>Tachycineta thalassina</i>				
<i>brachyptera</i> I*			X	X
Golondrina verde (A)				
<i>Hirundo rustica erythrogastrer</i> I			X	
golondrina tijerilla (B)				
Corvidae				
<i>Aphelocoma coerulescens</i>				
<i>hypoleuca</i> I-o* +	X		X	
pájaro azul (A)				
<i>Corvus corax clarionensis</i>				
O*	X	X	X	X

Especie	BTD	BPE	BANKS	WILBUR
cuervo (A)				
<i>Parus inornatus</i>				
<i>cineraceus</i> I-o* +		X	X	X
copetoncito (A)				
Aegithalidae				
<i>Psaltriparus minimus</i>				
<i>grindae</i> I* +	X	X	X	X
sastrecito (A)				
Sittidae				
<i>Sitta carolinensis</i>				
<i>lagunae</i> I* + @		X	X	X
saltapalo (A)				
Troglodytidae				
<i>Salpinctes obsoletus obso-</i>				
<i>letus</i> I	X	X		
saltapared (A)				
<i>Catherpes mexicanus</i>				
<i>conspersus</i> I*	X		X	
saltapared risquero (A)				
<i>Troglodytes aedon park-</i>				
<i>manii</i> I	X			
saltapared (B)				
Muscicapidae				
<i>Regulus calendula</i> I	X	X	X	
reyezuelo (B)				
<i>Polioptila caerulea obscura</i>				
I*	X	X	X	X
perlita común (A)				
<i>Catharus ustulatus</i>			X	X
mirlo de Swainson (B)				
<i>C. guttatus</i>			X	X
mirlo solitario (B)				
<i>Turdus migratorius confi-</i>				
<i>nis</i> I* +		X	X	X
primavera (A)				
Motacillidae				
<i>Anthus spinoletta pacificus</i>			X	
alondra de agua (B)				
Vireonidae				
<i>Vireo bellii</i> I		X		X
vireo aceitunado (B)				
<i>V. solitarius lucasanus</i>				
I* +		X	X	X
vireo solitario (A)				
<i>V. huttoni cognatus</i> I* + @	X	X	X	X
vireo oliváceo (A)				
<i>V. gilvus victoriae</i> I* + @			X	X
vireo gorgeador (A/B)				
Emberizidae				
<i>Dendroica caerulescens</i> I				X

Especie	BTD	BPE	BANKS	WILBUR
verdin azulado (B)				
<i>D. coronata</i> I			X	X
verdin aceitunero (B)				
<i>D. nigrescens</i> I		X	X	X
<i>D. townsendi</i> I		X		X
verdin negriamarillo (B)				
<i>D. occidentalis</i> I		X		
verdin coronado (B)				
<i>Mniotilta varia</i> GA	X			
reinita trepadora (B)				
<i>Wilsonia pusilla</i> GA	X		X	
pelucilla, copete negro (B)				
<i>Piranga ludoviciana</i> GA	X			
piranga cabecirojo (B)				
<i>Cardinalis cardinalis</i>				
<i>igneus</i> GA +	X			
cardenal rojo (A)				
<i>Cardinalis sinuatus</i>				
<i>peninsulae</i> A	X			
cardenal rosa (A)				
<i>Cyanocompsa parellina</i>				
GA	X			
<i>Pheucticus melanocephalus</i>				
<i>maculatus</i> GA	X		X	X
tigrillo (A/B)				
Pipno erythroptaimus				
<i>magnirostris</i> GT* + @		X	X	X
escarbador (A)				
<i>P. fuscus albigula</i> GT +	X		X	
chimpo (A)				
<i>Aimophila ruficeps sororia</i>				
GA	X		X	X
zacatonero corona rojiza				
(A)				
<i>Spizella passerina</i> GA			X	
pintillo, chimbite común (B)				
<i>Junco phaeonotus bairdi</i> GA* + @		X	X	X
llamita, ojilumbre (A)				
<i>Icterus cucullatus</i>				
<i>trochiloides</i> I-o	X		X	X
calandrio palmero (A)				
<i>I. parisorum</i> I-o*	X	X	X	X
calandrio serrano (A)				
Fringillidae				
<i>Carpodacus mexicanus</i>				
<i>ruberrimus</i> GA*			X	X
gorrión común (A)				
<i>Carduelis psaltria</i>				
<i>hesperophilus</i> GA*	X		X	
dominico (A)				

Los análisis muestran una densidad de la comunidad de 181.4 aves/40 ha, para el bosque tropical deciduo (BTD) a 460 m; 166.8 aves/40 ha para el BTD a 700 m; y de 113.2 aves/40 ha para el bosque de pino-encino (BPE) (Cuadro 2). Entre las especies más abundantes para el BTD estuvieron la paloma de alas blancas y la tarabilla (24.1 aves/40 ha), el colibrí de Xantus (28 aves/40 ha), el invernante pelucilla o copete negro (20 aves/40 ha). En el BPE las especies más abundantes fueron el colibrí de Xantus (11 aves/40 ha), el carpintero pitorreal (9.4 aves/40 ha), el saltapalo (9.6 aves/40 ha), el sastrecito (9.4 aves/40 ha), el vireo oliváceo (18.2 aves/40 ha) y el pájaro llamita (12.2 aves/40 ha). El número medio de individuos para cada área muestreada fue de 59 aves para 22 especies en BTD 460 m; 29.2 aves para 11 especies en BTD 700 m; y 28.3 aves para 10 especies en BPE.

La diversidad específica para cada comunidad (Cuadro 2) es menor conforme ocurre un cambio de vegetación gradado de la parte baja del BTD al BPE: en BTD a 460 m la $D = 13.38$; a 700 m la $D = 8.08$; en BPE la $D = 6.87$. Los altos valores en los índices de equitabilidad (J) indican una alta uniformidad de la abundancia relativa de las especies en estas comunidades.

Los guilds. El concepto de "guild" utilizado en este trabajo es el que define Root (1967) como un "grupo de especies que explotan la misma clase de recursos en una forma similar". Esta sencilla definición de guild tiene una amplia gama de posibilidades de utilización por lo que se ha aplicado tanto a los taxones como a comunidades en diferentes niveles de organización; por ejemplo, algunos trabajos consideran sus estudios con el guild de aves nectarívoras, o de las aves frugívoras o las aves insectívoras de los bosques; profundizando un poco en uno de los guilds, dentro de las aves insectívoras se encuentran aquellas que forrajean en árboles, en el aire o en el suelo directamente; aún más, dentro de las aves insectívoras que forrajean en árboles están las que lo hacen en ramas, en el tronco o en el follaje, y dentro de esta última categoría de sustrato, están las que forrajean activa o pasivamente (Landres y MacMahon, 1980; Wagner, 1981). De esta manera, bajo este esquema presentado, es posible analizar a los guilds en cinco niveles de organización: 1) El taxón (aves). 2) El nivel trófico (insectívoros). 3) El microhábitat (arbóreo). 4) El sustrato de forrajeo (rama, tronco, follaje). 5) El comportamiento de forrajeo (a la búsqueda o a la espera). De este análisis se puede comprender la amplia aceptación que ha adquirido este término en los estudios de las relaciones ecológicas entre especies potencialmente competitivas.

En este estudio se presentan los guilds de las aves de la Sierra de La Laguna considerando las siguientes categorías: especies granívoras, especies nectarívoras, especies insectívoras y especies omnívoras. La proporción de aves pertenecientes a cada una de estas categorías es comparada para el bosque tropical deciduo (BTD) y para el bosque de pino-encino (BPE) (Cuadro 3). Las especies de depredadores son analizadas de manera separada.

Tanto para el BTD como para el BPE, los insectívoros fueron el guild mejor representado, aunque la mayor proporción corresponde al BPE (51.7 y 76.9% respectivamente). El segundo lugar en importancia lo tuvieron los granívoros para las dos comunidades, pero estos fueron más abundantes para el BTD (37.9 y

15.4% respectivamente). Los nectarívoros estuvieron representados únicamente por una especie (el colibrí de Xantus) aunque ocasionalmente puede aparecer otro colibrí en el BTD (el de garganta violeta).

Las diferencias entre las proporciones de los distintos guilds para cada una de las comunidades resultaron estadísticamente significativas ($\chi^2 = 15.3565$; 3 g.l.; $p < 0.01$).

Cuadro 2. Densidades de las especies de aves en el bosque tropical deciduo (BTD-1 = 460 m; BTD-2 = 700m) y en el bosque de pino-encino (BPE = 1750 m) en la Sierra de La Laguna en marzo y octubre de 1987.

Especies	BTD-1	BTD-2	BPE
<i>Nycticorax nycticorax</i>	—	1.6	—
<i>Columba fasciata</i>	—	12.2	1.4
<i>Zenaida asiatica</i>	16.6	24.1	—
<i>Z. macroura</i>	12.0	24.1	.6
<i>Hylocharis xantusii</i>	20.3	28.0	11
<i>Ceryle alcyon</i>	—	1.6	—
<i>Melanerpes formicivorus</i>	—	—	9.4
<i>Sphirapicus varius</i>	—	.8	.2
<i>Picoides scalaris</i>	4	6.4	1
<i>Colaptes auratus</i>	8.1	—	.4
<i>Contopus sordidulus</i>	—	.8	—
<i>Empidonax difficilis</i>	4.2	1.6	1.8
<i>Myiarchus cinerascens</i>	4.2	.8	.4
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	3.3	—	.6
<i>Corvus corax</i>	3	1.6	.4
<i>Parus inornatus</i>	—	—	14
<i>Psaltriparus minimus</i>	4.3	1.6	9.2
<i>Sitta carolinensis</i>	—	—	9.6
<i>Salpinctes obsoletus</i>	8	—	—
<i>Catherpes mexicanus</i>	4	2	—
<i>Regulus calendula</i>	8.5	—	3.4
<i>Polioptila caerulea</i>	—	2	9.4
<i>Vireo belli</i>	—	—	.8
<i>V. solitarius</i>	—	—	.4
<i>V. huttoni</i>	12.6	4.8	18.2
<i>V. gilvus</i>	—	—	.6
<i>V. spp</i>	8	—	—
<i>Dendroica petechia</i>	10	—	—
<i>D. coronata</i>	—	—	.2
<i>D. nigrescens</i>	—	—	1
<i>D. townsendi</i>	—	—	2
<i>D. occidentalis</i>	—	—	.6

Especie	BTD	BPE	BANKS	WILBUR
<i>Mniotilta varia</i>		—	8.8	—
<i>Oporornis tolmiei</i>		—	.8	—
<i>Wilsonia pusilla</i>		12.5	20	—
<i>Piranga ludoviciana</i>		8.1	6.4	—
<i>Cardinalis cardinalis</i>		2	—	—
<i>Pheucticus melanocephalus</i>		4	—	—
<i>Passerina amoena</i>		16	—	—
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>		—	—	4.4
<i>P. fuscus</i>		8.2	12	—
<i>Junco phaeonotus</i>		—	—	12.2
<i>Carduelis psaltria</i>		—	4.8	—
Total		181.4	166.8	113.2
Riqueza específica		22	22	26
Diversidad (Simpson)		13.38	8.08	6.87
Equitabilidad (J)		.9021	.9927	.9422

Las rapaces y los buhos. Este grupo engloba las aves de presa diurnas (auras, halcones, aguilillas, gavilanes y queleles) y las nocturnas (buhos y lechuzas). En las Figuras 2 y 3 se presenta su distribución de acuerdo al gradiente altitudinal y de vegetación en la Sierra de La Laguna. Debido a su tamaño y a sus grandes desplazamientos es evidente la amplia distribución que tienen estas aves, aunque muestran preferencias de hábitat muy marcadas. Por ejemplo, el gavilán negro *Parabuteo unicinctus* (Fig. 2) fue encontrado en los censos únicamente en áreas planas, con cardones y mezquite, y a una altitud no mayor a los 70 m. El halcón cola roja *Buteo jamaicensis* a pesar de presentarse a lo largo de todo el gradiente, muestra una mayor abundancia en zonas montañosas, con áreas rocosas tanto en

Cuadro 3. Proporción de los gremios de aves presentes en las dos comunidades vegetales muestreadas en la Sierra de La Laguna. Las diferencias entre las proporciones fueron estadísticamente significativas ($\chi^2 = 15.3565$; 3 g.l.; $p < 0.01$).

	Bosque tropical deciduo	Bosque de pino- encino
Granívoros	37.9%	15.4%
Nectarívoros	6.9%	3.8%
Omnívoros	3.4%	3.8%
Insectívoros	51.7%	76.9%
	N = 29 spp	N = 26 spp

la Sierra como en cerros bajos. El quelele *Polyborus plancus* se asocia a las zonas de cardonal, zonas abiertas o semicerradas y aunque ha sido visto en la parte baja del BTD, sólo ha sido ocasionalmente y comiendo carroña. El halcón peregrino *Falco peregrinus* se halla uniformemente distribuído a lo largo del gradiente altitudinal, ocupando en las zonas boscosas aquellas áreas abiertas, clareadas o los cañones. El cernícalo *F. sparverius* reduce su abundancia en el BPE, en tanto el halcón mexicano *F. mexicanus* prácticamente prefiere las partes bajas y abiertas en el matorral xerófilo. La aguililla pollera *Accipiter striatus* y la pinta *A. cooperii* ocupan todo el gradiente sólo que prefiriendo zonas de arroyos en el BTD. El águila pescadora *Pandion haliaetus* prefiere las zonas costeras en el matorral xerófilo, ello relacionado directamente a sus estrategias alimentarias.

En relación a las aves de presa nocturnas (Fig. 3) tanto tecolotes como lechuzas aparecen como generalistas de hábitat en estas zonas, variando sólo su ocurrencia en fondos de arroyos, en lugares abiertos o cerrados y/o en los cañones.

En el Cuadro 4 se presentan los datos de abundancia de las rapaces diurnas detectadas en los transectos censados. La abundancia de las nocturnas no pudo obtenerse, pero sí se anotó su presencia de acuerdo al sitio donde fueron escuchadas o vistas.

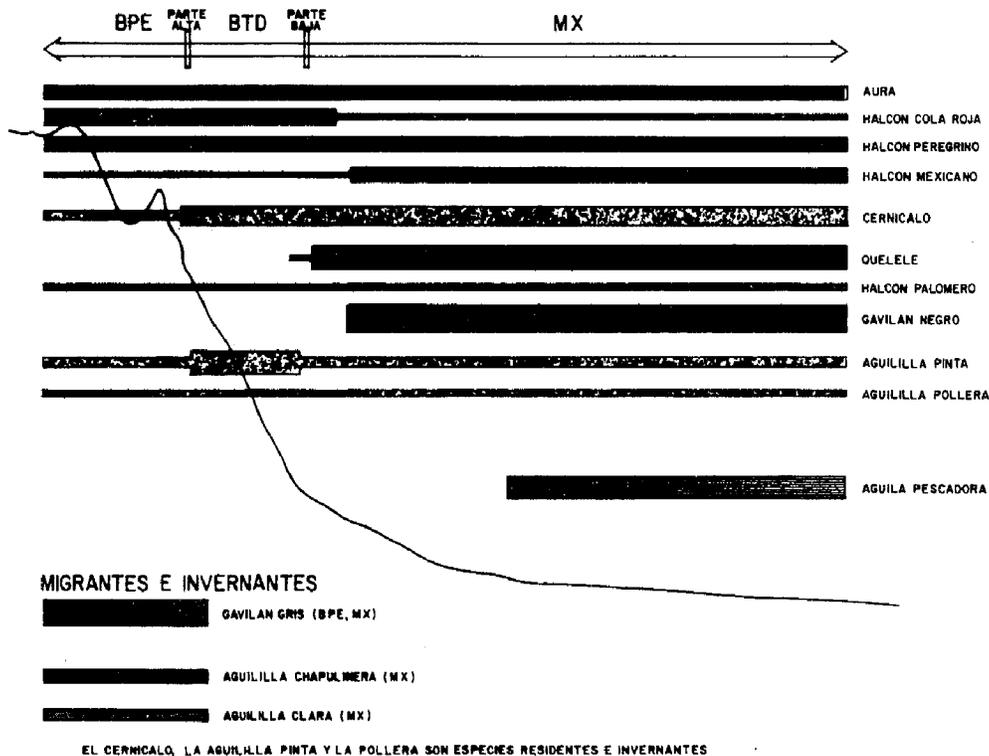


Figura 2. Distribución de Falconiformes (rapaces diurnas) en el gradiente de la Sierra de La Laguna. Bosque de pino-encino (BPE); bosque tropical deciduo (BTD); matorral Xerófilo (MX).

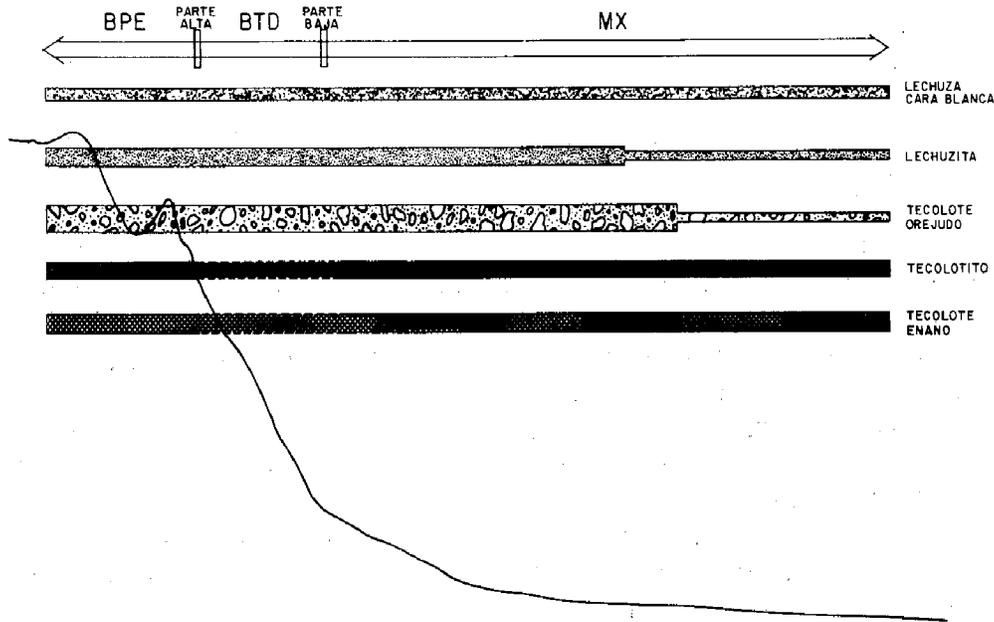


Figura 3. Distribución de Strigiformes (rapaces nocturnas) en el gradiente de la Sierra de La Laguna. La nomenclatura BPE, BTD y MX es la misma que para la Figura 2. Ni para el tecolotito ni para el tecolote enano se tienen registros completos de su distribución en el gradiente, por lo que éstos se soportan en datos e información aislada.

Discusión

Un primer análisis de la lista ornitológica aquí presentada, nos muestra un panorama general de las dos situaciones más importantes que prevalecen en relación a la fauna del Distrito del Cabo: los endemismos (sobre todo en la Sierra de La Laguna) y la cantidad de especies de aves invernantes. A pesar de que el trabajo que hemos realizado no contempló a todas las especies que pasan el invierno en la porción sur de Baja California, es necesario hacer notar que 112 de las 289 especies de aves presentes a lo largo del año en el Distrito del Cabo, son invernantes de esta región. Estos altos índices de especies invernantes nos muestran claramente que esta porción de Baja California tiene una importancia relevante para la conservación de la avifauna de Norteamérica (México, Estados Unidos y Canadá) y de la Península misma, por lo que es de suma importancia iniciar los estudios pertinentes para la cuantificación y determinación del estatus de estas especies en la región.

El origen de la avifauna endémica, refiriéndonos casi exclusivamente a la de la Sierra de La Laguna, ha sido ampliamente discutida por varios autores (Grinnell, 1928; Davis, 1959; Banks, 1967; Cody, 1983), concluyendo que a pesar de que el origen neotropical de la avifauna es evidente por la presencia de especies con afinidades netamente tropicales (como el colibrí de *Xantus *Hylocharis xantussii** y el ojilumbre *Junco phaenotus*), la influencia actual mayoritariamente pro-

viene del desierto sonorense, especialmente de las poblaciones del norte de México y del suroeste de Estados Unidos, al este del Río Colorado, teniendo sólo pocas especies con similitudes estrechas a las poblaciones de la costa del Pacífico de los Estados Unidos.

Un ejemplo que muestra la influencia de la avifauna nativa se presenta en el estudio que Cody (1983) realizó en el matorral espinoso tropical que ocurre en Sonora, Sinaloa y en la Región del Cabo (junto al bosque tropical deciduo) donde concurren, en diferentes proporciones, especies registradas en las listas del desierto sonorense: en el Cabo un 80%, en el centro de Sonora un 71%, un 43% en el sur de Sonora y un 33% en Mazatlán, Sinaloa, lo cual indica que la Región del Cabo tiene la mayor proporción de especies sonorenses y que la influencia del desierto sonorense decrece de norte a sur en el continente. De esta forma se denota que la avifauna de la Región del Cabo ha sido influenciada de manera distinta a la del Continente. Sin embargo, actualmente la gran cantidad de endemismos de la por-

Cuadro 4. Incidencia y abundancia de las aves rapaces en la parte sur de Baja California Sur durante 1987. A. La Paz, Comitán, Balandra, San J. de la Costa, Los Planes, durante abril-agosto. B. Durante octubre-diciembre. C. La Paz-El Carrizal, abril-agosto. D y E. Sierra de La Laguna, en marzo-abril y en noviembre. Unidades de densidad en individuos/100 km para matorral xerófilo (A-C); individuos/10 km para La Sierra de La Laguna (D-E).

Especie	Localidades				
	A	B	C	D	E
<i>Cathartes aura</i>	69.9	70.0	17.6	7	3
<i>Pandion haliaetus</i>	3.1	4.5	—	—	—
<i>Circus cyaneus</i>	—	5.7	—	—	—
<i>Accipiter striatus</i>	—	2.9	—	—	—
<i>A. cooperi</i>	—	1.4	—	—	10
<i>Parabuteo unicinctus</i>	3.8	3.4	18.8	—	—
<i>Buteo jamaicensis</i>	3.8	2.9	—	8	2
<i>Polyborus plancus</i>	23.4	7.9	27.1	—	—
<i>Falco sparverius</i>	1.2	5.7	4.7	2	3
<i>F. columbarius</i>	—	—	—	—	1
<i>F. peregrinus</i>	—	—	1.2	—	1
<i>F. mexicanus</i>	—	—	1.2	—	—
No. total de aves observadas	323	25	116	17	10

ción más al sur de la Península, no comparte afinidades con las especies de la porción norte por lo menos a nivel subespecífico. Por otro lado, se sabe que los bosques de pino-encino del altiplano mexicano tienen una fauna sumamente diversa y única mientras que la Sierra de La Laguna presenta especies de aves típicas de los bosques del sur de California y de los bosques de pino-encino de la Sierra de San Pedro Mártir, las cuales también tienen influencias del desierto sonorense (Anthony, 1893; Hensley, 1954; Franzreb, 1981; Garret y Dunn, 1981). Estos hechos indican que la porción suroeste de la Península posiblemente haya servido como un refugio para la avifauna sonorense durante el periodo pluvial del Pleistoceno (Hubbard, 1974), originando a la postre esta rica, variada y única situación endémica que se presenta en la Sierra de La Laguna y el desierto del Distrito del Cabo.

Además, la proporción de endemismos en relación a la fauna nativa que se presenta en esta zona es sólo comparable a la que ocurre bajo condiciones de aislamiento tales como las islas oceánicas (MacArthur *et al.*, 1972); estos resultados por lo tanto apoyan la tesis de que la porción sur de Baja California realmente ha sufrido un aislamiento del resto del continente por un periodo de tiempo suficiente como para haberle permitido la diferenciación de su avifauna.

Las relaciones que se han establecido en estas condiciones de aislamiento son sumamente interesantes. Por ejemplo, la única especie de colibrí que se presenta durante todo el año en el bosque de pino-encino de la Sierra de La Laguna, es el colibrí de Xantus (*Hylocharis xantusii*) y a través de un estudio efectuado observamos que aparentemente se ha desarrollado una mutua dependencia con el madroño (*Arbutus peninsularis*), que es otra especie endémica de la Sierra. La sugerencia de esta dependencia mutua surge del estudio realizado por Arriaga *et al.* (1988), donde se encontró que los colibrís dependen casi exclusivamente del néctar producido por las flores del madroño durante los meses críticos del invierno, mientras que los madroños necesitan de los colibrís para efectuar la polinización. Otro ejemplo interesante es el relacionado al pitorreal (*Melanerpes formicivorus*), que aparentemente al no encontrar un fuerte competidor por el recurso bellota que ofrecen las cuatro especies de encino de la Sierra, es capaz de almacenar el recurso por varios meses en los árboles que utiliza de almacén. Esta falta de competencia parece deberse al hecho de que la ardilla de árbol que utiliza este recurso en otros bosques, en la Sierra de La Laguna se encuentra ausente. Es posible que debido a estas circunstancias el colibrí de Xantus y el pitorreal sean dos de las especies con mayor densidad en el bosque de la Sierra. Es de presumir que pueden existir procesos evolutivos distintos a los que ocurren en hábitats similares sin estas características de aislamiento.

Por otro lado, lo observado en relación a la diversidad específica en el bosque tropical deciduo y en el bosque de pino-encino (Cuadro 2) no difiere de lo que se ha observado en otros lugares. Se sabe que las biotas tropicales son mucho más diversas que las templadas (Halffter, 1964; Alvarez y de Lachica, 1974) y que al incrementarse la complejidad del hábitat, la diversidad específica de la comunidad de aves se incrementa (Wiens, 1973; Cody, 1974; Tomoff, 1974; Blondel, 1985). En el gradiente de la Sierra de La Laguna, León de la Luz *et al.* (Ver

Capítulo 7) ha encontrado que el número de especies vegetales es mucho mayor y más diverso en el bosque tropical decíduo que en el bosque de pino-encino. Así, nuestros datos dan soporte a dichos trabajos: a una mayor complejidad de los estratos vegetales observamos una mayor diversidad específica de la avifauna presente.

Comparaciones entre los diferentes guilds considerados para el BTD y para el BPE, determinan de forma aparente la existencia de una mayor heterogeneidad en las proporciones de los guilds del BTD que en los del BPE. De igual manera la mayor proporción de la avifauna en las dos comunidades se conforma por especies insectívoras (bien estrictas u omnívoras oportunistas pero con mayor tendencia hacia la insectivoría). Sin embargo, las diferencias estadísticas indican que para el BPE son las especies insectívoras las de mayor importancia, tal como ocurre en otros bosques templados de Norteamérica, al menos durante una época del año (Landres y Macmahon, 1980; Franzreb, 1981; Wagner, 1981). Para el BTD la importancia de las especies granívoras es mayor que para el BPE, lo cual concuerda con la estructura de la vegetación de la comunidad BTD, donde una mayor cantidad de herbáceas anuales se presenta en el año, sobre todo después de las lluvias (León de la Luz *et al.*, ver Capítulo 7). La mayor heterogeneidad en el reparto de especies en los guilds, parece de nueva cuenta asentar la idea de una mayor diversidad de funciones de una comunidad a una mayor complejidad del hábitat.

Por otro lado, es posible que la proporción de los distintos guilds varíe de acuerdo a la época del año por el cambio en las características del hábitat, por la abundancia de las presas o de las semillas-frutos, por el comportamiento de las presas y por la presencia de especies migratorias-estacionales, por lo que para entender el funcionamiento y la estructura de estas comunidades en la Sierra de La Laguna, es necesario realizar estudios de esta índole durante dichas épocas.

En relación a las aves rapaces, se sabe que éstas tienen un papel primordial en la dinámica de los ecosistemas, puesto que al ser consumidores secundarios y terciarios, representan el más alto nivel en el flujo de energía dentro de las redes tróficas de los ecosistemas. Además de la importancia biológica que representan para la comunidad natural, se ha demostrado su importancia para los intereses del hombre desde el punto de vista económico. Primero, para aquellas zonas agrícolas donde pueden existir plagas (sean de insectos o de pequeños mamíferos, como roedores), las rapaces y buhos actúan como reguladores poblacionales de estas plagas, ya que son sus presas, observándoseles respuestas funcionales y numéricas ante los ciclos de densidad de sus presas (McInville y Keith, 1974; Adamcik *et al.*, 1978) y utilizándoseles como control biológico en dichas áreas (Lenton, 1980). Segundo, en aquellas zonas de importancia agropecuaria donde por alguna causa se incrementa la mortandad natural del ganado doméstico, las aves carroñeras eliminan posibles fuentes epidemiológicas con la rápida remoción de los cadáveres del medio y con la eliminación de las formas patógenas en su tracto digestivo (Mundy y Brand, 1978; Schlatter *et al.*, 1978; Rodríguez-Estrella, 1986).

A pesar de la evidente importancia de este grupo de aves en la naturaleza, en los últimos cien años las actividades del hombre han tenido un impacto tremendamente negativo contra ellas, haciendo declinar sus números a niveles cercanos a la extinción de algunas y a la amenaza en su permanencia en el medio de otras. Los

factores causales atribuidos son: el uso intensivo de la tierra con destrucción del hábitat (a este factor se atribuye el 70-80% de las amenazas) (Colvin, 1985); la persecución deliberada por considerarlas en contra de los intereses del ganado doméstico y de aves de granja. Aquí se incluye el uso de venenos contra otros animales como coyotes, zorras y roedores (Hegdal y Blaskiewicz, 1984); el uso indiscriminado del DDT y otros insecticidas organoclorados persistentes en la agricultura (Klass *et al.*, 1978). Dichos pesticidas impactan de manera más dramática a las rapaces que se alimentan de aves y de peces (Newton, 1979).

En el área donde se realizaron los conteos de las rapaces en la Sierra de La Laguna, fue posible constatar la amenaza constante que tienen estas aves en la región. En un tramo aproximado de 3 kilómetros se pudieron encontrar restos recientes de tres individuos de halcón cola-roja (dos adultos; uno juvenil). En otro tramo de 5 kilómetros se encontraron dos individuos de aguililla pollera; en otro tramo de 3 kilómetros dos individuos de águila pescadora. Todos los individuos habían sido muertos por disparo. Además fue posible constatar las modificaciones al hábitat que están ocurriendo en áreas circundantes a la Sierra de La Laguna en el matorral xerófilo, lo cual es perjudicial para especies como el quelele, el gavián negro y el halcón peregrino.

Debido a que estas aves tienen territorios muy grandes (2.5-4.0 km² según Schoener, 1968), presentan densidades muy bajas en los ecosistemas lo cual hace su estudio difícil. En nuestro estudio encontramos que la densidad de las rapaces varió de .01 a .70 individuos por km². Ante estas densidades y ante las presiones mencionadas que están sufriendo las aves, se hace imperante la protección de áreas que aseguren la permanencia de estas especies, algunas de las cuales tienen un estatus de aves amenazadas o en peligro de extinción (King, 1981; Meyburg, 1986) y que se encuentran aún en números estables en la zona y que además son especies reproductoras aquí, como el halcón peregrino, el águila pescadora y el quelele.

En relación a la distribución por hábitats encontrado para las rapaces diurnas (Fig. 2), las especies se distribuyen de acuerdo a patrones de selección mostrados en hábitats similares (Brown y Amadon, 1968), aunque mostrando preferencias acordes al comportamiento específico de cada una de ellas, así como a los requerimientos de alimento y estructuras propias para su reproducción. Así, el aura, el halcón cola-roja y el halcón peregrino utilizan las zonas de montaña y cerros en sitios abruptos para la instalación de sus nidos; el quelele y el gavián negro utilizan las áreas más planas para acondicionar sus nidos, principalmente en zonas densas de cardones; el águila pescadora construye sus nidos en áreas cercanas a la costa junto a aguas someras, donde pueda tomar su alimento más fácilmente.

Los valores observados (Cuadro 4) para *Cathartes aura* y *Polyborus plancus* pueden estar sobreestimados, porque una gran cantidad de individuos fueron censados en zonas concentradas donde existían deshechos o carroña. La población de águila pescadora se mantiene en números estables durante los muestreos encontrándoseles año tras año en la zona, aparentemente expandiendo sus poblaciones (J. Llinas, comp. pers.); *Accipiter striatus* y *A. cooperii* aumentaron su densidad con la llegada del invierno, así como *Falco sparverius*. *Circus cyaneus* hizo su aparición en esta temporada también. Por otro lado, *Buteo jamaicensis* es

mucho más frecuente en la Sierra de La Laguna que en los demás sitios censados. *Parabuteo unicinctus* es una especie propia de matorral y de lugares llanos y su máxima abundancia ocurrió en las áreas donde las perturbaciones en la vegetación son menores. Aunque el halcón peregrino *Falco peregrinus* apareció en nuestros transectos censados y fue registrado también fuera de ellos, parece ser una especie relativamente poco común en la región que posiblemente se encuentra en fase de recuperación, puesto que al parecer se encontraba en franco declive en las dos últimas décadas (Banks, 1969).

Las aves de presa nocturnas (buhos y lechuzas) presentan su distribución (Fig. 3) también acorde a lo encontrado en otros sitios de desierto y bosque (Bent, 1938; Clark *et al.*, 1978), aunque el estatus de algunas especies permanece poco claro aún. Por ejemplo, de la lechuza cara blanca *Tyto alba* escuchamos varios individuos tanto en el BTM como en la parte alta de la Sierra en el BPE; la lechuzita *Otus kennicottii* fue particularmente más abundante en sus cantos en el BTM que en el BPE; además se encontró un nido con dos pollos (uno muerto) en un tronco seco en BPE el mes de julio de 1987. El tecolote orejudo *Bubo virginianus* fue escuchado y visto en todos los medios. El tecolotito *Glaucidium gnoma* fue poco registrado. Del tecolote enano *Micrathene whitneyi* se tienen dudas, inclusive de su presencia en el BTM y en el BPE, lo cual fue discutido por Banks (1967). Es realmente necesario efectuar estudios básicos con este grupo de aves nocturnas, pues es el grupo más pobremente conocido en su estatus de toda la avifauna de la Sierra de La Laguna.

Al proteger aquellas especies que tengan los más altos requerimientos de hábitat y que conformen el más alto eslabón en las cadenas tróficas (como las aves rapaces y los buhos), se estará protegiendo de manera directa a muchas otras especies, tanto animales como vegetales, que se encuentren relacionadas a las primeras en sus preferencias alimentarias, a sus necesidades energéticas para llevar a cabo la reproducción, a su selección de sitios de anidación, a sus territorios y por sus relaciones interespecíficas. Dado el planteamiento anterior es necesario establecer programas adecuados de conservación de los ecosistemas, considerando "a priori" la conservación inmediata de las aves rapaces y los buhos como estrategia importante en el desarrollo de dichos programas (Salwasser, 1987; Simberloff, 1987).

Finalmente, podemos constatar que la falta de un monitoreo biológico de las poblaciones de las aves existentes en el Distrito del Cabo, hace imposible conocer el estatus actual de la avifauna de la región. De algunas especies se tienen datos inciertos y de otras aparentemente abundantes se ha obviado su presencia sin cuantificar sus poblaciones. Por ejemplo, el zambullidor chico *Tachybaptus dominicus* fue registrado por última vez en Buena Vista en 1930 (Bancroft, 1930) y después no se ha vuelto a reportar por ningún otro autor. El albatros rabón *Diomedea albatrus* se encuentra en un punto cercano a la extinción en la Península (Wilbur, 1987). El garrapatero o chudella *Crotophaga sulcirostris* ha sido erradicado del Distrito a pesar de haber sido una especie común y anidante aquí (Grinnell, 1928). Al carpintero saucero *Sphyrapicus nuchalis* lo reportó por última vez Grinnell (1928) como visitante de invierno (hasta este estudio). A pesar de lo abundante que es el quelele *Polyborus plancus* no se ha realizado ningún es-

tudio sobre la ecología de la especie en la Península, aspecto que es de suma importancia porque la subespecie perteneciente a la Isla Guadalupe, fue erradicada y extinta por actividad humana (Bent, 1938; Greenway, 1967). Del águila real *Aquila chrysaetos*, considerada como amenazada, se tiene una idea incierta de su distribución y abundancia, aunque los últimos estudios que realizamos nos muestran que sus poblaciones en el Distrito del Cabo pueden verse fuertemente influidas en su abundancia estacional por los movimientos migratorios de las águilas de Norteamérica. Del águila calva *Haliaeetus leucocephalus* considerada actualmente en peligro de extinción (King, 1981), se tienen algunos registros de sus sitios de anidación en la Península (Henny *et al.*, 1978; Conant *et al.*, 1984).

Con base a los resultados presentados como producto del trabajo de campo y de la revisión bibliográfica efectuadas, se propone la realización de estudios intensivos y extensivos de la avifauna del Distrito del Cabo, en particular de la Sierra de La Laguna, llevando a cabo un monitoreo ecológico continuo a largo plazo con el fin de observar el comportamiento de las especies en estas condiciones tan especiales de aislamiento geográfico. Estos estudios deberán considerar principalmente a la avifauna endémica de la región.

Agradecimientos

Doy un agradecimiento especial al Dr. Alfredo Ortega por sus comentarios al manuscrito original y por el apoyo total brindado para la realización del trabajo de campo. A la M. en C. Laura Arriaga por sus comentarios al manuscrito. Al técnico académico Raymundo Domínguez por su valiosa ayuda en el trabajo de campo.

Literatura citada

- Adamcik, R.S.A., W. Todd y L.B. Keith. 1978. Demographic and dietary responses of Great Horned Owls during a Snowshoe Hare cycle. *Canadian Field-Naturalist* 92(2): 156-166.
- Alvarez, T.S. Y F. de Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. p. 219-302. En: *El escenario geográfico. Recursos Naturales*. Vol. 2. INAH. México.
- Anthony, A.W. 1893. Birds of San Pedro Mártir, Lower California. *Zoe* 4: 228-247.
- AOU (American Ornithologists' Union). 1983. *Check-list of North American birds*. 6th. ed. Lawrence, Kansas: Allen Press. 877 pp.
- AOU. 1985. Thirty-fifth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *Auk* 102: 680-686.
- Arriaga, L., R. Rodríguez-Estrella y A. Ortega-Rubio. En prensa Endemic hummingbirds and madrones of Baja, are they mutually dependent? *Soutwestern Naturalist*.
- Bancroft, G. 1930. The breeding birds of central Lower California. *Condor* 32: 20-49.
- Banks, R.C. 1967. Birds and mammals of La Laguna, Baja California. *Trans. San Diego Society of Natural History* 14: 205-232.
- Banks, R.C. 1969. The Peregrine Falcon in Baja California and the Gulf of California, p. 81-91. In: *Peregrine Falcon populations, their biology and decline* J.J. Hickey (ed.)

- University of Wisconsin Press. Madison, Milwaukee and London.
- Bent, A.C. 1938. Life histories of North American birds of prey. Order Falconiformes (part 2) and Strigiformes. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 170. 482 pp.
- Blondel, J. 1985. Habitat selection in island versus mainland birds. p. 477-516. *In: Habitat selection in birds.* M.L. Cody (ed.). Academic Press. Inc. Orlando, Florida.
- Brewster, W. 1902. Birds of the Cape region of Lower California. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 41: 1-241.
- Brown, L. y D. Amadon. 1968. *Eagles, hawks and falcons of the world.* Mc. Graw-Hill. Vol. 1.
- Clark, R.J., D.G. Smith y L.H. Kelso. 1978. *Working bibliography of owls of the world.* Scient. and Techn. series 1. National Wildlife Federation.
- Cody, M.L. 1974. *Competition and the structure of bird communities.* Princenton University Press. Princenton, New Jersey.
- Cody, M.L. 1983. The land birds. p. 210-245. *In: Island biogeography in the Sea of Cortez.* T.J. Case and M.L. Cody (eds.). University of California Press. Berkeley, Los Angeles and London.
- Colvin, B.A. 1985. Common Barn-owl population decline in Ohio and the relationship to agricultural trends. *Journal of Field Ornithology* 56(3): 224-235.
- Conant, B., A.N. Novara, y C.J. Henny. 1984. Monitoring Bald Eagle nesting in Baja California, Mexico. *Raptor Research* 18: 36-37.
- Craighead, J.J. y F.C. Craighead. 1956. *Hawks, owls and wildlife.* Wildl. Manage. Inst. Washington, D.C. 443 pp.
- Davis, J. 1959. The Sierra Madrean element of the avifauna of the Cape district, Baja California. *Condor* 61: 75-84.
- Emlen, J.T. 1971. Population densities of birds derived from transect counts. *Auk* 88: 323-342.
- Franzreb, K.E. 1981. The determination of avian densities using the variable-strip and fixed-width transect surveying methods. p. 139-145. *In: Estimating the numbers of terrestrial birds.* C.J. Ralph and J.M. Scott (eds). Studies in Avian Biology 6.
- Fuller, M.R. y A. Mosher. 1981. Methods of detecting and counting raptors: a review. p. 235-246. *In: Estimating the numbers of terrestrial birds.* C.J. Ralph and J.M. Scott (eds.). Studies in Avian Biology 6.
- Garret, K. y J. Dunn. 1981. *Birds of southern California.* Los Angeles Audubon Society. Los Angeles. 408 pp.
- Greenway, J.C. 1967. *Extinct and vanishing birds of the world.* Dover Publications. New York. 520 pp.
- Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower California. *University of California Publications of Zoology* 32: 1-300.
- Halffter, G. 1964. La entomofauna americana, ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Entomológica Mexicana*, 6: 1-108. México.
- Hegdal, P.L. y R.W. Blaskiewicz. 1984. Evaluation of the potential hazard to Barn Owls of Talon (brodifacoum bait) used to control rats and house mice. *Environmental Toxicology Chemistry* 3: 167-179.
- Henny, C.J., D.W. Anderson y C.E. Knoder, 1978. Bald Eagle nesting in Baja California. *Auk* 95: 424.
- Hensley, M.M. 1954. Ecological relations of the breeding bird population of the desert biome in Arizona. *Ecological Monographs* 24(2): 185-207.
- Hubbard, J.P. 1974. Avian evolution in the arid lands of North America. *The Living Bird* 1973: 155-196.
- King, W.B. 1981. *Endangered Birds of the World.* The ICEP Bird Red Data Book. Washington.
- Klass, E.E., S.N. Wiemeyer, H.M. Ohlendorf y D.M. Swineford. 1978. Organochlorine

- residues, eggshell thickness, and nest success in Barn owls from the Chesapeake Bay. *Estuaries* 1: 46-53.
- Landres, P.B. y J.A. MacMahon. 1980. Guilds and community organization: analysis of an oak woodland avifauna in Sonora, Mexico. *Auk* 97: 351-365.
- Lenton, G.M. 1980. *The ecology of barn owls (Tyto alba) in the Malay Peninsula with reference to their use in rodent control*. Unpubl. Ph.D. dissert., Univ. Malaya, Kuala Lumpur. 253 p.
- MacArthur, R.H., J.M. Diamond y J. Karr. 1972. Density compensation in island faunas. *Ecology* 53: 330-342.
- McInville, W.B. and L.B. Keith. 1974. Predator-prey relations and breeding biology of the Great Horned Owl and Red-tailed Hawk in Central Alberta. *The Canadian Field-Naturalist* 88 (1): 1-20.
- Meyburg, B.U. 1986. Threatened and near-threatened diurnal birds of prey of the World. *Birds of Prey Bulletin* 3: 1-12.
- Mundy, P.J. y F.E. Brand. 1978. An investigation of vulture and anthrax in Southern Africa. *Rhodesian Veterinary Journal* 9: 36-39.
- Newton, I. 1979. *Population ecology of raptors*. Buteo books, Vermillion, South Dakota.
- Rodríguez-Estrella, R. 1986. *Los vertebrados carroñeros de un bosque de encino-pino: comportamiento alimentario e interacciones*. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. 126 pp.
- Root, R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the Blue-gray Gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37: 317-350.
- Salwasser, H. 1987. Spotted owls: turning a battleground into a blueprint. *Ecology* 68(4): 776-779.
- Schlatter, R., G. Reinhardt y L. Barchard. 1978. Estudio del jote (*Coragyps atratus foetens*, Lichtenstein) en Valdivia: etología carroñera y rol en la diseminación de agentes patógenos. *Archivo de Medicina Veterinaria* 10(2): 111-127.
- Schoener, T.W. 1968. Sizes of feeding territories among birds. *Ecology* 49: 123-141.
- Simberloff, D. 1987. The Spotted owl fracas: mixing academic, applied, and political ecology. *Ecology* 68(4): 766-772.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Stager, K.E. 1960. Baja California symposium: the composition and origin of the avifauna. *Systematic Zoology* 9: 179-183.
- Tomoff, C.S. 1974. Avian species diversity in desert scrub. *Ecology* 55: 396-403.
- Wagner, J.L. 1981. Seasonal change in guild structure: oak woodland insectivorous birds. *Ecology* 62 (4): 973-981.
- Wiens, J.A. 1973. Pattern and process in grassland communities. *Ecological Monographs* 43: 237-270.
- Wilbur, S.R. 1987. *Birds of Baja California*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California. 254 pp.

CAPÍTULO 13

MASTOFAUNA

Patricia Galina Tessaro, Alberto González Romero, Gustavo Arnaud Franco, Sonia Gallina Tessaro y Sergio Alvarez Cárdenas

Resumen

Con excepción de listados de especies y trabajos taxonómicos, es poco lo que se sabe acerca de los mamíferos de la Sierra de La Laguna. Actualmente el Centro de Investigaciones Biológicas realiza diversos estudios para llenar el vacío de información existente, efectuando el inventario de las especies que habitan en la Sierra y determinando su distribución en cada uno de los tipos de vegetación presentes. La composición taxonómica de la mastofauna consta de 5 órdenes, 13 familias, 25 géneros y 30 especies, de los cuales, los quirópteros son los mejor representados con 16 especies, seguido por los carnívoros con 7 especies. De estas, 23 especies se distribuyen en los tres tipos de vegetación, 5 exclusivamente en la selva baja, una en la selva baja-bosque de encino y una más en el bosque de pino-encino; por lo cual, la selva baja caducifolia representa el hábitat con mayor riqueza específica.

El venado bura (*Odocoileus hemionus peninsulae*) es prácticamente la única especie que es cazada por su carne. En el bosque de pino-encino presenta una alta densidad de población, dadas las características del hábitat.

Debido a la poca perturbación que ha sufrido la Sierra, los mamíferos que se encuentran en ella satisfacen sus requerimientos básicos para asegurar su supervivencia.

Abstract

Little is known about the mammals of the Sierra de La Laguna, excepting the species lists and the taxonomic works. At present, the Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) is carrying out several studies to obtain the lacking information, making the inventory of the species living in the forest and determining their distribution in each vegetation type. The mammal taxonomic composition of 5 orders, 13 families, 25 genus and 30 species, from which bats are the group best

represented with 16 species, followed by the carnivorous, represented by 7 species. On the other hand, 23 species are distributed along the three vegetation types; 5 living exclusively in the tropical deciduous forest, one oak forest and one in the pine-oak forest. It is evident that the habitat with a more specific richness in the tropical deciduous forest.

The mule deer is practically the only species hunted for its flesh. A high population density is found in the pine-oak forest due the habitat characteristics.

Because of the low disturbance suffered by the forest, the mammals distributed on it, satisfy their basic requirements ensuring their survival.

Introducción

Dentro del grupo de los vertebrados, los mamíferos presentan una muy amplia distribución, ocupando una gran variedad de hábitats tanto en el medio terrestre, como en el acuático y el aéreo. Su presencia en la península de Baja California ha sido el resultado de diversos cambios geológicos y climáticos que se suscitaron desde el Mioceno, propiciando cambios en la vegetación y un marcado aislamiento tanto biológico como geográfico. Los mamíferos de Baja California tienen en su mayoría un origen norteamericano, mientras que algunos murciélagos y roedores (Orr, 1960) tienen su origen en el trópico continental.

En la Sierra de La Laguna los factores bióticos y abióticos se han conjuntado para dar lugar a una amplia gama de hábitats que proporcionan alimento y cubierta (directa o indirectamente) a las especies que se distribuyen en este macizo montañoso.

Los mamíferos de la Sierra tienen un gran interés científico, biológico y estético, inclusive algunos de ellos son aprovechados por los habitantes de la región, incrementando la importancia de este recurso.

Es poco lo que se sabe acerca de la mastofauna de esta serranía, si bien se han realizado colectas desde fines del siglo pasado hasta la fecha, la información existente al respecto es poca, ya que la mayoría de la investigación se reduce a trabajos taxonómicos o listados de especies. Por lo tanto se hace necesario realizar estudios que permitan el entendimiento de la ecología de las especies con el fin de facilitar su manejo racional. Asimismo es imprescindible conservar el entorno de las especies de mamíferos, ya que estos forman parte de un complejo que se interrelaciona con todos sus elementos. Una alteración del ecosistema podría provocar un desequilibrio que pusiese en peligro la supervivencia de una o varias de estas especies, y cuya magnitud dependería del grado de alteración.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es el de describir a los mamíferos que se distribuyen en la Sierra de La Laguna, presentando información referente a sus requerimientos con respecto al hábitat y al alimento, así como las áreas en las cuales se localizan y algunas notas sobre el estado actual de sus poblaciones, haciendo énfasis en el venado bura, por su potencial como recurso cinegético.

Para fines del presente trabajo la Sierra de La Laguna es considerada a partir de los 400 m, es decir, desde la selva baja caducifolia; sin embargo, se hace mención de las especies que se encuentran en el matorral desértico que la rodea.

Metodología

Los datos fueron obtenidos mediante observaciones directas, (avistamiento de animales), indirectas (huellas, excrementos, ramoneo y sonidos), y por medio de trapeos, los cuales fueron dispuestos en transectos lineales de 300-500 m, para roedores colocando trampas cada 10 o 20 m; y de 500 m o más para mamíferos de mayor tamaño, colocando las trampas cada 50-100 m, en los diferentes tipos de vegetación. En los trapeos se utilizaron ratoneras de golpe, trampas Sherman para roedores, trampas para tuza, trampas de reja para la captura de mamíferos de tamaño medio, botes enterrados a ras del suelo para musarañas, y redes para capturar murciélagos. Por lo general, los animales capturados fueron liberados en los mismos sitios de su captura, con excepción de una muestra representativa de algunas especies, los cuales fueron preparados en la forma adecuada para incluirlos en la colección mastozoológica del Centro.

En toda observación y colecta se anotó el hábitat, especie, fecha, hora, sexo cuando fue posible, además de la toma de las medidas convencionales de las especies colectadas (peso, longitud total, longitud de la cola, longitud de la oreja y longitud de la pata).

La densidad de venado bura fue determinada mediante el conteo de grupos de heces fecales, colectadas en transectos fijos de 400 m de largo con 40 áreas circulares equidistantes de 9.3 m², situados en el bosque de pino-encino, siguiendo la metodología descrita por Ezcurra y Gallina (1981).

Resultados y discusión

De acuerdo con el trabajo de campo y revisión de literatura, en la Sierra de La Laguna se distribuyen 30 especies de mamíferos, comprendidos en cinco órdenes y 13 familias (Cuadro 1), siendo el orden Chiroptera (murciélagos) el grupo mejor representado con 16 especies (53 %). En segundo término se encuentran los carnívoros con siete especies (23 %), seguido por los roedores con cinco especies (17 %) y por los artiodáctilos e insectívoros, cada uno con una especie (3 % cada uno).

Los murciélagos de los géneros *Myotis*, *Lasiurus* y *Tadarida* son los que presentan el mayor número de especies, con tres cada uno.

En la Sierra de La Laguna existen cuatro subespecies endémicas, tres roedores: el ratón piñonero *Peromyscus truei lagunae*, la rata de campo *Neotoma lepida notia* y la tuza *Thomomys umbrinus alticolus*, y un insectívoro: la musaraña *Sorex ornatus lagunae*; de éstas, la musaraña y el ratón, se encuentran restringidas a la zona con bosque mixto de pino y encino.

Los órdenes de mamíferos representados en la Sierra de La Laguna son los siguientes:

Orden Insectívora. Este grupo de mamíferos es el tercero más numeroso en el mundo. Son por lo general nocturnos y minadores. Únicamente dos familias están representadas en México, de las cuales sólo la familia Soricidae tiene un repre-

sentante en la Sierra de La Laguna, la musaraña *Sorex ornatus lagunae*; que aunque no es muy aparente, es muy abundante localmente.

Según Orr (1960), la distribución discontinua de la especie *Sorex ornatus* (al norte de Baja California *S. o. ornatus*, y al sur *S. o. lagunae*), aislada ecológicamente por cientos de kilómetros de desierto, hace pensar que ésta se encontraba ampliamente distribuida en la Península, cuando prevalecían las condiciones templadas; sin embargo, el incremento de aridez produjo este patrón de distribución.

Las musarañas consumen grandes cantidades de insectos, por lo cual se les considera como animales benéficos (Burt y Grossenheider, 1964); aunque Myllymaki y Paasikallio (1976), y Schmidt (1984), mencionan que tienen un impacto importante sobre las semillas de varias especies de pino, comportándose en algunos lugares como una plaga.

Es poco lo que se sabe de las musarañas de la Sierra ya que las capturas han sido hasta ahora muy escasas; los ejemplares colectados y conocidos de los museos hasta 1985 eran únicamente cinco (Woloszyn *et al.*, 1985). Aparentemente prefieren los hábitats riparios como lo indican las colectas y observaciones realizadas por Owen y Hoffman (1983). Se desconoce por completo todo lo referente a este pequeño mamífero, por lo que es necesario llevar a cabo una intensa investigación enfocada a conocer su distribución en el área, su biología y la dinámica de su población, para comprender no sólo su papel ecológico, sino también su importancia económica y médica, ya que localmente se le considera como un animal dañino. Los habitantes de la región le temen porque tienen la creencia de que es transmisora de la rabia, sin embargo a la fecha se desconoce si este hecho es verídico.

Orden Chiroptera. En su mayoría los murciélagos son animales de hábitos nocturnos, que se refugian durante el día en cuevas, minas, oquedades en los árboles, grietas en las rocas e incluso en hojas anchas de árboles tropicales. Viven generalmente en grandes grupos, realizando migraciones estacionales a través de grandes distancias, o bien locales.

El grupo está ampliamente diversificado en cuanto a su tipo de alimentación; los hay insectívoros, carnívoros, melileicos o polinívoros (los que se alimentan de

Cuadro 1. Composición taxonómica de los mamíferos en la Sierra de La Laguna

Orden	Familia	Género	Especie
Insectívora	1	1	1
Chiroptera	4	12	16
Rodentia	3	4	5
Carnívora	4	7	7
Artiodactyla	1	1	1
Total	13	25	30

néctar o polen) y frugívoros. Ocupan numerosos ambientes terrestres, pero están ausentes en los polos y regiones árticas, alcanzando su mayor diversidad y las más altas densidades en los trópicos y subtropicos.

Además de ser importantes depredadores, los murciélagos son presa de pequeños mamíferos (zorras, mapaches, zorrillos, comadreas, etc.), de reptiles (principalmente culebras), y de aves (lechuzas, aguilillas y correcaminos).

En la Sierra de La Laguna, el orden Chiroptera está representado por cuatro familias: Mormoopidae, Phyllostomatidae, Vespertilionidae y Molossidae. En el Cuadro 2 se puede observar la distribución de las 16 especies de murciélagos, de acuerdo a los tipos de vegetación.

Familia Mormoopidae. Los miembros de esta familia son incluidos por algunos autores dentro de la familia Phyllostomatidae. Todos los mormópidos son de distribución tropical y de tamaño pequeño; presentan protuberancias carnosas en forma de hoja en el labio inferior y en la barba, con orejas moderadamente largas y grandes extensiones ventrales que se extienden por debajo de los ojos.

Aunque son murciélagos tropicales, también pueden ser encontrados en zonas desérticas. Usualmente se refugian en cuevas o minas abandonadas concentrados en grandes grupos. Algunas especies inician su actividad cuando el sol empieza a ocultarse.

La especie de La Laguna es *Mormoops megalophylla rufescens* que se distribuye en la selva baja; *Pteronotus davyi fulvus* no está considerada dentro de la fauna de la Sierra de La Laguna por habitar el matorral desértico, pero puede llegar a tener incursiones en la selva baja.

Familia Phyllostomatidae. Está representada por especies que presentan un apéndice carnoso en la punta de la nariz en forma de hoja.

Las especies presentes en la Sierra son *Macrotus waterhousii californicus* y *Natalus stramineus mexicanus*, que son insectívoros en sus hábitos alimenticios y se encuentran distribuidos en la selva baja caducifolia; el primero es uno de los más comunes de Baja California Sur y el segundo, ampliamente distribuido en la Región del Cabo (Jones *et al.*, 1965). Hay otras dos especies, pero no son consideradas como parte de la fauna de la Sierra, son: *Choeronycteris mexicana* y *Lep-tonycteris yerbabuena* que habitan el matorral desértico.

Familias Vespertilionidae. Las especies de esta familia emergen de sus refugios al caer el sol y son predominantemente insectívoros. Es la familia mejor representada en la Sierra con 10 especies, distribuyéndose en los diferentes tipos de vegetación en refugios muy variados; son también los murciélagos más abundantes de la localidad.

Las especies que se encuentran en La Laguna son *Myotis californicus californicus*, *M. peninsularis*, *M. volans volans*, *Plecotus townsendii pallelescens*, *Pipistrellus hesperus hesperus*, *Eptesicus fucus peninsulae*, *Lasiurus ega xanthinus*, *L. cinereus*, *L. borealis teliotis* y *Antrozous pallidus minor*.

Cuadro 2. Distribución ecológica de los murciélagos de la Sierra de La Laguna. SB = selva baja caducifolia, BE = bosque de encino, BP-E = bosque de pino encino.

Especies Registradas	Formación vegetal		
	SB	BE	BP-E
Familia Mormoopidae			
<i>Mormoops megalophylla rufescens</i>	x		
Familia phyllostomatidae			
<i>Macrotus waterhousii californicus</i>	x		
<i>Natalus stramineus mexicanus</i>	x		
Familia Vespertilionidae			
<i>Myotis californicus californicus</i>	x	x	x
<i>Myotis peninsularis</i>	x	x	x
<i>Myotis volans volans</i>	x	x	
<i>Plecotus townsendii pallescens</i>	x	x	x
<i>Pipistrellus hesperus hesperus</i>	x	x	x
<i>Eptesicus fuscus peninsulae</i>	x	x	x
<i>Lasiurus ega xanthinus</i>	x	x	x
<i>Lasiurus cinereus cinereus</i>	x	x	x
<i>Lasiurus borealis teliotis</i>	x	x	x
<i>Antrozous pallidus minor</i>	x		
Familia Molossidae			
<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i>	x	x	x
<i>Todarida femorosacca</i>	x	x	x
<i>Tadarida macrotis</i>	x		
Totales	16	11	10

Familia Molossidae. Son conocidos como murciélagos coludos o de cola libre, son insectívoros, habitan en cuevas, casas abandonadas, grietas y túneles; encontrándoseles en todos los tipos de vegetación de la Sierra (Cuadro 2). Las especies presentes en la zona son *Tadarida brasiliensis mexicana*, *T. femorosacca* y *T. molossa*.

En la Sierra de La Laguna los murciélagos realizan migraciones locales, principalmente los miembros de la familia Vespertilionidae y Molossidae; los primeros llegan a hibernar cuando las temperaturas bajan mucho, o bien, migran a las partes más bajas y cálidas. Este grupo de mamíferos es un importante eslabón en la cadena alimenticia, como consumidores de un gran número de insectos que, de no ser comidos por los murciélagos podrían llegar a constituirse en plagas.

A pesar de que en Baja California Sur no existen vampiros, que son los transmisores directos del virus de la rabia (derriengue en el ganado), otras especies de murciélagos, entre ellas *Tadarida brasiliensis* y *Lasiurus cinereus* (Kaplan, 1981), podrían ser capaces de transmitir esta enfermedad en la región.

La mayoría de los murciélagos de Baja California están relacionadas con especies mexicanas continentales (Orr, 1960). A pesar de que la distribución de gran parte de las especies es continua desde el extremo norte de la Península, sólo cuatro especies (*Natalus stramineus mexicanus*, *Balantiopteryx plicata*, *Mormoops megalophylla* y *Myotis velifer* —*M. peninsularis*—) son básicamente neotropicales, restringiéndose a la Región del Cabo (Lawlor, 1983), de éstas, únicamente tres ocurren en la Sierra de La Laguna. *Natalus stramineus* alcanza su límite de distribución neotropical en el oeste, en Baja California y Sonora. Cuatro especies son características de zonas templadas: *Myotis californicus*, *M. velifer*, *M. yumanensis* y *Pipistrellus hesperus*, mientras que *Eptesicus fuscus*, *Lasiurus cinereus* y *L. borealis* son consideradas especies de amplia distribución encontrándose tanto en zonas templadas como tropicales (Jones *et al.*, 1972). Lo anterior demuestra que los movimientos migratorios trans-golfianos probablemente no son raros, explicándose así el origen y la distribución de algunos murciélagos en la Sierra.

En el trabajo realizado por Jones *et al.* (1972), sobre los murciélagos de Sinaloa, se reportan 44 especies de las cuales 14 se encuentran en la Sierra de La Laguna.

Para la Región del Cabo, Zwinger (1983) reportó 21 especies de murciélagos, incluyendo a *Balantiopteryx plicata pallida*, *Myotis vivesi* y *M. yumanensis*, excluyendo a *Pteronotus davyi*. Banks (1967) reporta haber colectado únicamente 7 especies de la Sierra de La Laguna, mientras que Woloszyn y Woloszyn (1982) reportan 19 especies y dos más de posible ocurrencia *Balantiopteryx plicata* y *Myotis yumanensis*; sus colectas se realizaron en la Sierra de La Laguna y en el matorral desértico hacia el oeste de la Sierra.

Orden Lagomorpha. Este orden que contiene a las liebres y conejos no es tomado en cuenta para lo que en este trabajo se considera la Sierra de La Laguna, ya que los conejos *Sylvilagus bachamni* y *S. auduboni* son estrictamente habitantes de las tierras desérticas, en tanto que la liebre *Lepus californicus*, sólo ocasionalmente incursiona en las inmediaciones de la selva baja caducifolia siendo básicamente habitante de las partes bajas, en el matorral desértico.

Orden Rodentia. Este orden agrupa el mayor número de especies en relación a los demás órdenes de mamíferos, caracterizándose entre otras cosas por tener cuatro incisivos de crecimiento continuo. Estos, junto con el hombre, constituyen el grupo de mamíferos actuales más exitoso, distribuyéndose en el mundo entero gracias a sus adaptaciones especiales a los diferentes medios.

Debido a su gran número y variedad, estos pequeños mamíferos tienen importancia para el hombre, ya que muchos de ellos actúan como especies "amortiguadoras", formando la parte principal en la dieta de muchos depredadores, los cuales, de no ser consumidos, podrían causar daños a especies más valiosas para el

hombre. Los hábitos alimenticios de muchos roedores pueden también ser benéficos pues destruyen grandes cantidades de insectos nocivos a la agricultura; sin embargo, debido también a sus hábitos, algunas especies llegan a ser plagas agrícolas.

Estos animales también son importantes como transmisores potenciales de enfermedades al hombre y a sus animales domésticos, como el caso de las especies comensales (*Rattus rattus*, *R. norvegicus* y *Mus musculus*), las cuales son los roedores más perjudiciales en el mundo entero, siendo responsables del mayor porcentaje de pérdidas en los cultivos, granos almacenados, materiales múltiples y ganadería, representando además un problema sanitario mundial.

Por otro lado también proporcionan alimento a las poblaciones rurales ya que se consumen varias especies de ardillas y ratas de campo.

Ecológicamente estos mamíferos son importantes para el mantenimiento de los ecosistemas, ya que representan el principal alimento de un gran número de depredadores; consumen gran cantidad y variedad de alimentos, y son dispersores de semillas, removedores, podadores y constructores de microrrelieve del suelo y redes subterráneas de irrigación, además de mantener en bajo número ciertas poblaciones de insectos.

En total se han descrito para la Región del Cabo 18 especies de roedores (Hall, 1981), de los cuales cinco se encuentran en la Sierra de La Laguna.

En el macizo montañoso existen representantes de tres familias: Geomyidae, Heteromyidae y Cricetidae.

Familia Geomyidae. Representada por la tucita *Thomomys umbrinus alticolus*, son roedores de hábitos solitarios y cavadores, formando extensas redes de túneles donde pasan la mayor parte de su vida. Son activos todo el año, durante el día y la noche; rara vez se les ve en la superficie y su presencia se nota por los montículos de tierra característicos de su actividad. Se alimentan principalmente de raíces, tubérculos y forraje verde que obtienen de la superficie. Aparentemente tienen dos épocas de reproducción (Burt y Grossenheider, 1964), en la Sierra de La Laguna las hembras se encuentran preñadas en primavera y verano, pudiendo tener hasta cuatro crías (Woloszyn y Woloszyn, 1982). Se les encuentra en toda la Sierra en lugares donde el suelo es adecuado; la subespecie *T. u. alticolus* es un roedor endémico del este macizo montañoso, mientras que en las partes bajas se encuentra la subespecie *T. u. anitae*.

Los miembros de la familia Geomyidae exhiben diversas características ecológicas que pueden tener gran influencia en las comunidades de plantas bajo las cuales viven; son benéficas a los ecosistemas ya que con su actividad cavadora remueven y revuelven la tierra, incorporando materia orgánica al suelo; favorecen también la captación del agua de lluvia y en cierta forma evitan la erosión. Sin embargo, esas mismas actividades se tornan contra el medio cuando el equilibrio se rompe y aumentan considerablemente sus poblaciones, convirtiéndose entonces en plagas. La tala inmoderada, el sobrepastoreo y la agricultura favorecen a que el equilibrio se pierda, lo cual hasta la fecha no ha sucedido en la Sierra de La Laguna.

Familia Heteromyidae. Los miembros de esta familia presentan abazones como los de las tuzas y las patas posteriores son más desarrolladas que las anteriores, desplazándose a través de saltos, sobre todo las ratas canguro. La única especie que se encuentra en la Sierra es el ratón de bolsas *Perognathus spinatus peninsulae*, que habita principalmente en la selva baja caducifolia, pudiendo llegar incluso hasta el bosque de pino-encino. En el matorral desértico de la Región del Cabo se distribuyen también la rata canguro *Dipodomys merriami melanurus*, el ratón de bolsas de Bailey *Perognathus baileyi* y el ratón de bolsas de Dalquest *P. dalquesti*, ésta última endémica de la región.

Los miembros de esta familia son de hábitos nocturnos, cavan madrigueras generalmente en la base de los arbustos, se alimentan principalmente de semillas y no requieren tomar agua (Brown *et al.*, 1979), siendo roedores muy bien adaptados a la vida desértica; algunas especies del género *Perognathus* hibernan o estivan cuando las condiciones son muy severas (Burt y Grossenheider, 1964), sin embargo, los ratones de la Sierra aparentemente no se comportan así. Tienen una época de reproducción muy larga (de junio a septiembre), esto se ha observado en *P. spinatus* (Woloszyn y Woloszyn, 1982). La subespecie *P. s. peninsulae* se distribuye hasta los 1,600 m en donde se asocia a condiciones secas dentro del bosque como son los roqueríos con nopales (Banks, 1967).

Estos roedores son muy importantes en la dispersión y depredación de semillas por lo que pueden llegar a tener un papel importante en la estructura de las comunidades vegetales.

Familia Cricetidae. Esta es la familia de roedores mejor representada en la Sierra, consta de tres formas asociadas, los ratones *Peromyscus eva eva* y *P. truei lagunae* y la rata *Neotoma lepida notia*.

Estos roedores son de hábitos nocturnos, sus madrigueras las hacen en el suelo aunque en ocasiones las pueden tener entre rocas o en algún árbol; los ratones del género *Peromyscus* construyen madrigueras simples, en cambio la rata *Neotoma* fabrica grandes madrigueras, principalmente en las zonas áridas, donde acumulan una gran cantidad de materia vegetal, sobre todo restos de cactáceas; mientras que en las montañas es común encontrarlas en troncos huecos o grietas en las rocas, donde agrupan gran cantidad de conos de pinos y bellotas.

La época de reproducción de *Peromyscus eva* y *P. truei* es en verano-otoño para el primero y primavera-verano para el segundo; en ambas especies el número de crías puede ser de tres a seis por parto (Woloszyn y Woloszyn, 1982). Su alimentación es variada prefiriendo una dieta herbívora complementada por insectos y semillas. Las ratas del género *Neotoma*, por el contrario, se reproducen todo el año y tienen una dieta más variada que incluye hierbas, frutas, insectos e incluso la corteza de algunos arbustos; pero en contraste con otros roedores, éstas dependen en gran medida de la disponibilidad de forraje verde, el cuál, además de proporcionarles alimento, les brinda el agua necesaria (Thompson, 1982).

De los tres roedores de esta familia, *Peromyscus truei lagunae* y *Neotoma lepida notia* son endémicas del macizo montañoso; y la primera es exclusiva del bosque de pino-encino.

La población del ratón piñonero *P. t. lagunae* está reconocida como subespecíficamente distinta de *P. t. martirensis*, que existe muchos cientos de kilómetros al norte (Hall, 1981). En 1951, Hoffmeister (cit. por Orr, 1960) en su estudio del grupo comenta la relación cercana de la población de La Laguna con *P. t. gentilis* de la Sierra Madre Occidental de México, más que con la anteriormente citada (*P. t. martirensis*) del norte. Sin embargo, la posibilidad de una invasión trans-golfiana no está considerada, en cambio, sugiere que esto probablemente es un ejemplo de evolución paralela. En 1959, Davis (cit. por Orr, 1960) comentando el mismo problema sugiere que “una hipótesis igualmente válida es que *lagunae* se ha derivado de una población ancestral parecida a *gentilis*, que siguió la flora Madro-Terciaria del norte de México al Distrito del Cabo”.

La riqueza específica de roedores, es mayor en el matorral desértico que en la Sierra de La Laguna, es de notar la ausencia de miembros de la familia Sciuridae que en todos los demás bosques está representada por una o más especies, como se puede apreciar en el Cuadro 3, en donde se compara a la Sierra de La Laguna con dos sitios similares (únicamente el bosque de pino-encino). También se aprecia que el bosque templado de La Laguna es menos rico en especies que los otros dos; sin embargo, a pesar de eso presenta un mayor porcentaje de endemismos. En los tres bosques, la familia Cricetidae es la mejor representada.

Orden Carnívora. Los miembros del orden Carnívora se caracterizan por ser mamíferos depredadores, presentando una amplia variación en tamaño. En la Sierra de La Laguna el mayor depredador es el león de montaña (*Felis concolor*), el cual tiene un peso que varía de 30-90 kg (Burt y Grossenheider, 1964), mientras que el de menor tamaño es el zorrillo pinto con un peso de 755 g (Woloszyn y Woloszyn, 1982). También existen carnívoros de hábitos omnívoros (mapache, babisuri, zorra); los eminentemente carnívoros son los representantes de la familia Felidae.

Como mamíferos depredadores los carnívoros, ocupan un papel importante en los ecosistemas ya que son reguladores de las poblaciones de las especies de las que se alimentan, aunque ocasionalmente los pumas y coyotes depredan sobre el ganado doméstico. Por su gran movilidad se distribuyen en toda la Sierra, ocupando la selva baja caducifolia, el bosque de encino, el bosque de pino-encino, los cañones y las cumbres rocosas.

Este orden está representado en la Sierra por cuatro familias.

Familia Canidae. Los miembros de esta familia tienen una apariencia general parecida a los perros, en la Sierra está representada por dos especies, el coyote (*Canis latrans peninsulae*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus peninsularis*).

Es difícil llegar a observar cualquiera de estos dos depredadores ya que ambos tienen hábitos principalmente nocturnos y cierta actividad diurna; se pueden escuchar aullidos de coyote por las tardes al ocultarse el sol o por la noche. Es común encontrar excrementos y huellas de ambos en las veredas.

De los carnívoros de la Sierra, el coyote es la especie que tiene una relación más conflictiva con los intereses del hombre; en el Cañón de San Dionisio se le señala como el causante de algunas muertes de becerros y cabras, lo mismo ocurre

en el Cañón de La Zorra; sin embargo, a pesar de las muertes que se le atribuye, habría que comprobar si realmente son los coyotes los que las ocasionan, pues los animales pueden morir por diversas causas, tales como enfermedades, sed, accidentes o por ataque de otros depredadores, y ser consumidos como carroña por el coyote.

Por presentar hábitos omnívoros, la zorra y el coyote consumen diversos frutos de la vegetación del área, convirtiéndose en elementos dispersores de semillas.

La zorra parece ser más abundante en la selva baja que en las partes altas de la Sierra, mientras que el coyote es común en todo el macizo montañoso.

Cuadro 3. Comparación entre tres bosques templados, según las especies de roedores presentes. La Laguna, B.C.S.; San Pedro Mártir, B.C.N. y La Michilía, Durango.

Familias y especies	Localidades		
	B.C.S.	B.C.N.	Durango
Familia Sciuridae			
<i>Spermophilus variegatus</i>			x
<i>Spermophilus beecheyi</i>		x	
<i>Eutamias bulleri</i>			x
<i>Eutamias merriami</i>		x	
<i>Sciurus nayaritensis</i>			x
<i>Tamiasciurus douglasii</i>		x	
Familia Geomyidae			
<i>Thomomys umbrinus</i>	x	x	x
Familia Heterouridae			
<i>Perognathus californicus</i>		x	
<i>Perognathus spinatus</i>	x		
Familia Cricetidae			
<i>Reithrodontomys megalotis</i>			x
<i>Peromyscus maniculatus</i>		x	x
<i>Peromyscus boylii</i>		x	x
<i>Peromyscus eva</i>	x		
<i>Peromyscus truei</i>	x	x	x
<i>Peromyscus difficilis</i>			x
<i>Neotoma lepida</i>	x		
<i>Neotoma fuscipes</i>		x	
<i>Neotoma mexicana</i>			x
<i>Nelsonia neotomodon</i>			x
<i>Sigmodon leucotis</i>			x
<i>Microtus californicus</i>		x	
Totales	5	10	12

Familia Procyonidae. El babisuri *Bassariscus astutus palmarius* y el mapache *Procyon lotor grinnelli*, son los representantes de esta familia en la Sierra.

El mapache se distribuye en sitios en los cuales existe agua disponible todo el año, por lo cual su principal ocurrencia en la zona es en los cañones. El babisuri habita sitios rocosos, se le ha visto en cañones y en la selva baja caducifolia. Woloszyn y Woloszyn (1982) mencionan que ambas especies habitan probablemente en toda la Sierra, sin embargo, el mapache tiene una distribución más restringida por sus requerimientos de hábitat.

Los mapaches son cazados sólo cuando se acercan a las rancherías y son acorralados por perros, su carne no siempre es aprovechada para consumo humano, igualmente su piel no es utilizada.

Familia Mustelidae. Esta familia está integrada por especies que presentan glándulas odoríferas en la región perianal. En la Sierra de La Laguna está representada únicamente por el zorrillo pinto (*Spilogale putorius lucasana*), el cual se distribuye en toda el área, su penetrante olor es fácilmente reconocido a muchos metros de distancia. El tejón (*Taxidea taxus*), perteneciente también a la familia Mustelidae, se distribuye en el matorral desértico, pudiendo penetrar al ecotono entre éste y la selva baja caducifolia. Para fines del presente trabajo, esta especie no se considera representante de la mastofauna de la Sierra de La Laguna.

Los habitantes locales le atribuyen al zorrillo ser un transmisor de la rabia, pues dicen que se acerca sin temor a las casas y campamentos atacando a personas y animales; Leopold (1977) menciona en relación a esto que *Spilogale* ataca sin provocación y que durante la época de apareamiento sus incursiones a rancherías pueden ser más frecuentes. Sin embargo, es un hecho que cada año mueren animales domésticos en la Sierra a causa de la rabia, por tal motivo es necesario comprobar si el zorrillo es quien la transmite, ya que en otras partes como en Arizona, E.U., está considerado como el principal transmisor del virus, siendo capaz de transmitirlo también al ganado y al hombre (Kaplan, 1981).

Familia Felidae. Sus representantes son el león de montaña o puma (*Felis concolor improcera*) y el gato montés (*Lynx rufus peninsularis*), los cuales se alimentan casi exclusivamente de carne. Es muy poco lo que se sabe de los félidos de la Sierra, el puma habita predominantemente en las partes altas donde encuentra su principal alimento, el venado bura; además, la especie feral de cerdo doméstico o "cochi" constituye un porcentaje importante de su dieta en estos lugares. Según los habitantes de la región, al puma se le puede encontrar en El Picacho, La Chuparrosa y San Francisquito; también se han encontrado sus rastros en el cerro San Antonio y en el camino a La Laguna.

En el año de 1950, el gobernador en turno de Baja California Sur ofreció una recompensa económica por cada puma muerto que le llevaran, esto según se dijo, era para reducir los daños de este carnívoro al ganado; por tanto, en la Sierra de La Laguna se mataron varios ejemplares, aunque actualmente no es perseguido por los cazadores ni se han reportado daños de este depredador al ganado doméstico.

Como se puede observar en el Cuadro 4, donde se compara a la Sierra de La Laguna con la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California Norte y con La Michilia en la Sierra de Michis, Durango, existe una afinidad entre las especies de carnívoros de las tres sierras, sin embargo es mayor la riqueza específica en La Michilia.

Orden Artiodactyla. Los venados bura y cola blanca constituyen el género *Odocoileus* de la familia Cervidae, del orden de los ungulados de pezuñas pares o Artiodáctilos, el cuál se caracteriza porque los machos presentan cornamenta que mudan cada año (Wallmo, 1981).

De las seis subespecies de venado bura representadas en la República Mexicana (Velázquez y Reyes, 1976; Pérez-Gil, 1981), *Odocoileus hemionus peninsulae* es endémica de la península de Baja California. Esta subespecie se distribuye en toda la Sierra, siendo en el bosque de pino-encino donde su densidad es mayor. El venado es importante desde diferentes puntos de vista: científico, cinegético, estético y biológico ya que es uno de los mayores herbívoros en el ecosistema, teniendo una influencia directa sobre el bosque por alimentarse de arbustos, renuevos, cortezas, semillas y frutos, principalmente de pinos y encinos, además de constituirse en presa de los grandes carnívoros de la Sierra.

Los machos del venado bura pierden su cornamenta en mayo, siendo esta subespecie la que presenta la caída de cornamenta más tardía en relación a las otras, lo cual está directamente relacionado con su época de reproducción y por lo tanto con una sincronización de los nacimientos con la estación que tiene una mayor disponibilidad de alimento.

La temporada de celo va de diciembre a febrero. El periodo de gestación dura aproximadamente siete meses, por lo que los nacimientos de las crías comienzan a fines de julio. El mayor número de nacimientos se registra en el mes de agosto, que coincide con el periodo de lluvias en la Sierra. Generalmente las hembras adultas tienen dos crías por parto.

Los machos adultos andan en grupos de dos a tres desde julio hasta octubre, llegándose a ver hasta ocho juntos; en septiembre-octubre se han observado varias hembras juntas cuidando a sus crías.

Es común en la Sierra observar machos de seis a diez puntas y aunque escasos, se llegan a ver de 14 puntas.

Dentro del bosque de pino-encino, los venados prefieren las zonas con mayor pendiente y rocosidad, sobre todo en la época de celo cuando los machos andan más en los crestones, lo cual puede deberse a que en esos sitios se encuentra una mayor protección contra sus depredadores, incluyendo al hombre.

El alimento y el agua, el clima y la cobertura vegetal pueden ser considerados como los tres factores que determinan la exitosa sobrevivencia de los venados. En la Sierra de La Laguna y sobre todo en el bosque de pino-encino, el venado bura encuentra estos factores favorables. El alimento puede considerarse disponible, aunque en la época seca (abril-julio) el estrato arbustivo no presenta hojas y prácticamente no hay estrato herbáceo (sólo pastos), es en esta temporada sin embargo, cuando los encinos pierden sus hojas para posteriormente producir los brotes apetecidos por el venado. Además existe la ventaja de que las especies de encinos

Cuadro 4. Comparación entre tres sierras, según las especies de carnívoros presentes. La Laguna, B.C.S.; San Pedro Mártir, B.C.N. y La Michilía, Durango.

Familias y especies	Localidades		
	B.C.S.	B.C.N.	Durango
Familia Canidae			
<i>Canis latrans</i>	x	x	x
<i>Canis lupus</i>			x
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	x	x	x
Familia Ursidae			
<i>Ursus americanus</i>			x
Familia Procyonidae			
<i>Bassariscus astutus</i>	x	x	x
<i>Procyon lotor</i>	x		x
<i>Nasua nasua</i>			x
Familia Mustelidae			
<i>Mustela frenata</i>			x
<i>Spilogale putorius</i>	x	x	x
<i>Mephitis macroura</i>			x
<i>Conepatus mesoleucus</i>			x
<i>Lutra longicaudis</i>			x
Familia Felidae			
<i>Felis concolor</i>	x	x	x
<i>Lynx rufus</i>	x	x	x
Totales	7	6	14

presentes, *Quercus devia* (encino negro) y *Quercus tuberculata* (encino roble), tienen un desfase tanto en la caída de hojas (el primero en junio y el segundo en mayo) como en la producción de frutos (en agosto madura la bellota del encino negro y en diciembre-enero la del roble), lo cual representa para el venado mayor tiempo de disponibilidad de este recurso alimenticio de alto valor energético, por su alto contenido de carbohidratos y grasas.

El agua, básica para su sobrevivencia, existe disponible en toda la parte alta de la Sierra, aún en la época seca ya que hay ciénegas con agua permanente en todas las cañadas pequeñas que se forman entre las lomas. Este hecho se considera de gran importancia para la distribución de la especie.

En cuanto al clima, éste es propicio para el venado pues no se llegan a presentar temperaturas extremosas. La precipitación siempre es mayor en el bosque en

Cuadro 5. Especies consumidas por el venado bura en el bosque de pino-encino.

Especies	Parte Consumida			
	H	RyB	F1	Fr
Arboles				
<i>Quercus devia</i>	x	x	x	x
<i>Quercus tuberculata</i>	x	x	x	x
<i>Pinus cembroides</i>		x		x
<i>Arbutus peninsularis</i>		x		
Arbustos				
<i>Calliandra peninsularis</i>	x	x	x	x
<i>Helianthus similis</i>	x	x		
<i>Mimosa xantii</i>	x	x		
Trepadoras				
<i>Ipomoea</i> spp.	x	x		
<i>Vitis peninsularis</i>	x	x		x
<i>Cyclanthera tamnoides</i>	x	x		
<i>Quamoclit pinnata</i>	x	x		
Herbaceas				
<i>Ipomoea</i>	x			
Convovulaceae		x		
<i>Arracacia brandegeei</i>	x			
Acuáticas				
<i>Rorippa nasturtium</i>	x			
<i>Potamogeton foliosus</i>	x			
<i>Potamogeton illinoensis</i>	x			
Compuestas y leguminosas	x	x	x	x

relación con el resto del área, manteniéndose por mayor tiempo la humedad debido al estrato arbóreo y a la capa de hojarasca en el suelo.

Entre los sitios con mayor densidad de venados tenemos: El Picacho, Cerro de San Antonio, los colgados de la Chuparrosa rumbo a San Francisquito, Cerro Verde, Los Pajaritos y la Cieneguita; en todos ellos prefieren las laderas con pendientes pronunciadas, es decir, terrenos quebrados, lo cual es un reflejo de estrategia antidepredadora, como ha sido afirmado por Geist (1981), difiriendo de la estrategia utilizada por el venado cola blanca que tiende a buscar refugio en la cobertura y ocupando lugares planos y elevados.

Los echaderos de los venados se encuentran entre arbustos de tacote (*Helianthus similis*), debajo de sotoles (*Nolina*), debajo de árboles y cerca de rocas, algunos se encuentran en las faldas de La Torre, en el Cerro de San Antonio y La Cieneguita.

Las áreas de criadero que prefieren los venados son el Cerro Verde, La Cieneguita, La Chuparrosa, Lucecitas y Los Pajaritos. Las crías permanecen echadas entre el zacate y donde hay mucho tacote.

El venado bura como especie ramoneadora tiene preferencias hacia las plantas arbustivas y arbóreas, aunque en la época de lluvias consume una gran variedad de herbáceas, sobre todo compuestas y leguminosas, así como trepadoras y musgos; las especies preferidas en el bosque de pino-encino se presentan en el Cuadro 5.

De acuerdo con el censo indirecto de la población del venado en el bosque de pino-encino y considerando una tasa de defecación de 12.7 grupos por individuos al día, los resultados indican que la densidad estimada de venados en este hábitat es de 1.25 individuos/ha \pm 0.145, valor relativamente alto si lo comparamos con el índice más alto encontrado en la Reserva de La Michilía para la población de venado cola blanca: 0.46 venados/ha en 1986 (Gallina com. pers.).

Cabe aclarar que los sitios censados fueron lugares que el venado prefiere dentro de la zona del bosque de pino-encino, por lo cual tendrá que determinarse con exactitud el área que abarcan para poder estimar la población que habita la Sierra. Además, en 1986 se levantó una veda que duró tres años, lo que puede estar reflejado en un incremento en la población, con lo cual el resultado del censo pudiera ser elevado; sin embargo, la cacería por carne continuó durante el período de veda.

En cuanto a la determinación de las proporciones de las clases de edad, se utilizó el algoritmo para separar mezclas finitas de distribuciones, descrito por Agha

Cuadro 6. Clases de edad de venado bura en la Sierra de La Laguna. Obtenidas mediante el algoritmo para separar mezclas finitas de distribución (Equihua y Gallina, en prensa).

	Clases de edad		
	Proporción	Media del volumen del Pellet	Desviación estandar
Crías	0.2257	432.399 mm	112.337
Jóvenes	0.2416	593.288 mm	48.254
Adultos	0.5327	810.202 mm	230.491
G de Bondad de ajuste: 23.0566			
Con 16 grados de libertad (p = 0.11223)			
Límites de Clasificación:		crías-jóvenes	518.35 mm
		jóvenes-adultos	660.94 mm

e Ibrahim (1984) y modificado por Equihua y Gallina (en prensa) con la ayuda de una microcomputadora. En el Cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos, donde la proporción 2:2:5 se acerca a una proporción estable de edades para una población de venados, considerada como 3:2:5 (Teer *et al.*, 1965), lo cual es un índice de que la población actual se encuentra en buenas condiciones y que se está reproduciendo adecuadamente.

Conclusiones

La Sierra de La Laguna presenta una menor riqueza específica en su bosque, pero una cantidad de endemismos mayor en comparación con otros bosques templados de México (La Michilía, Durango y San Pedro Mártir, B.C.N.). Tales diferencias pueden deberse a los cambios geológicos y climáticos que ha tenido la península de Baja California, aislando biológica y geográficamente a la Sierra de La Laguna, y han propiciado su particular evolución.

De las 30 especies que se distribuyen en la Sierra, 23 habitan en los tres tipos de vegetación; 5 son exclusivas de la selva baja caducifolia, una del bosque de pino-encino y una más de la selva baja-bosque de encino. De acuerdo a esto, la selva baja es un hábitat de gran importancia para los mamíferos del macizo montañoso pues en ella se distribuyen la mayor parte de las especies presentes.

Debido a la escasa perturbación que ha sufrido la Sierra de La Laguna por parte de las actividades humanas, los mamíferos que aquí se distribuyen satisfacen adecuadamente sus requerimientos de cubierta y alimentación, con lo cual se puede asegurar su supervivencia.

La población de venado bura se encuentra en buenas condiciones, aunque susceptible a la presión de caza, sobretodo tomando en consideración que es prácticamente la única especie de la Sierra que es perseguida sólo por su carne. El censo de la población tiene que ser llevado a cabo a lo largo del ciclo anual para obtener una estimación adecuada, siendo ideal seguir durante algunos años los cambios estacionales antes de tomar medidas para su manejo; además, hay que tomar en consideración que esta subespecie encuentra en la Sierra de La Laguna su principal refugio, por lo que resulta de primordial interés conservar el hábitat y tener un control sobre la cacería.

La ausencia de representantes de la familia Sciuridae (ardillas) en el bosque nos hace pensar que el nicho que ocuparían éstas, está siendo ocupado por algún equivalente ecológico, tal vez un ave o algún otro roedor.

La rabia es aparentemente un problema en la región, por lo cual es necesario estudiar esta enfermedad, determinando cuáles son las especies transmisoras de este virus.

Es necesario realizar grandes esfuerzos para cubrir el vacío de datos existentes, pues resulta evidente la falta de información sobre muchos aspectos de la mastofauna de la Sierra. Por ello, el Centro de Investigaciones Biológicas de B.C.S. trabaja arduamente en la obtención de información básica, y conservación de esta región de enorme importancia biológica y socio-económica.

Cuadro 7. Distribución ecológica de los mamíferos de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur, México

Especies reportadas y/o registradas	MD	SBC	BE	BPE	TOT
<i>Sorex ornatus lagunae</i>				x	1
<i>Notiosorex c. crawfordi</i>	x				1
<i>Mormoops magalophylla rufescens</i>		x			1
<i>Pteronotus davyi fulvus</i>	x				1
<i>Macrotus waterhousii californicus</i>	x	x			2
<i>Choeronycteris mexicana</i>	x				1
<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	x				1
<i>Natalus stramineus mexicanus</i>	x	x			2
<i>Myotis c. californicus</i>	x	x	x	x	4
<i>Myotis peninsularis</i>	x	x	x	x	4
<i>Myotis v. volans</i>	x	x	x		3
<i>Pipistrellus h. hesperus</i>	x	x	x	x	4
<i>Eptesicus fuscus peninsulae</i>	x	x	x	x	4
<i>Lasiurus ega xanthinus</i>	x	x	x	x	4
<i>Lasiurus borealis teliotis</i>	x	x	x	x	4
<i>Lasiurus c. cinereus</i>	x	x	x	x	4
<i>Plecotus townsendii pallescens</i>		x	x	x	3
<i>Antrozous pallidus minor</i>	x	x			2
<i>Tadarida brasiliensis mexicana</i>	x	x	x	x	4
<i>Tadarida femorosacca</i>	x	x	x	x	4
<i>Tadarida macrotis</i>	x	x			2
<i>Sylvilagus bachmani peninsularis</i>	x				1
<i>Sylvilagus audubonii confinis</i>	x				1
<i>Lepus californicus xanti</i>	x	x			2
<i>Ammospermophilus leucurus extimus</i>	x				1
<i>Thomomys umbrinus anitae</i>	x				1
<i>Thomomys umbrinus alticolus</i>		x	x	x	3
<i>Perognathus baileyi extimus</i>	x				1
<i>Perognathus dalquesti</i>	x				1
<i>Perognathus spinatus peninsulae</i>	x	x	x	x	4
<i>Dipodomys merriami melanurus</i>	x				1
<i>Peromyscus e. eva</i>	x	x	x	x	4
<i>Peromyscus maniculatus coolidgei</i>	x				1
<i>Peromyscus truei lagunae</i>		x	x	x	3
<i>Neotoma lepida notia</i>		x	x	x	3
<i>Neotoma lepida arenacea</i>	x				1
<i>Canis latrans peninsulae</i>	x	x	x	x	1
<i>Urocyon cinereoargenteus peninsularis</i>	x	x	x	x	4
<i>Bassariscus astutus palmarius</i>	x	x	x	x	4
<i>Procyon lotor grinnelli</i>	x	x	x	x	4
<i>Taxidea taxus infusca</i>	x				1
<i>Spilogale putorius lucasana</i>	x	x	x	x	4
<i>Felis concolor improcera</i>			x	x	2
<i>Lynx rufus peninsularis</i>	x	x	x	x	4
<i>Odocoileus hemionus peninsulae</i>	x	x	x	x	4
Total	37	29	24	24	

MD=Matorral Desértico (0-400m) SBC=Selva Baja Caducifolia BE=Bosque de encino (1200-1600m) (400-1200m) BPE=Bosque de Pino-encino (1600-2100m)

Literatura citada

- Agha, M. y M.I. Ibrahim. 1984. Maximum likelihood estimation of mixtures of distributions. *Applied Statistics* 33: 327-332.
- Banks, R. C. 1967. Birds and mammals of La Laguna, Baja California. *Transactions of the San Diego Society of Natural History* 14(17): 205-232.
- Brown, J. H., O. J. Reichman y D. W. Davidson. 1979. Granivory in desert ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10: 201-227.
- Burt, W. H. y R. P. Grossenheider. 1964. *A field guide to the mammals*. The Peterson Field Guide Series, 2a ed. Houghton Mifflin Co. Boston. 284 pp.
- Equihua, M. y S. Gallina, (en prensa). Aplicaciones en Ecología del Análisis de Mezclas Finitas de Distribuciones. In: *Técnicas estadísticas y métodos de simulación en Ecología*. M. Equihua y L. Bojorquez (Eds). Instituto de Ecología. México.
- Ezcurra, E. y S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of White-tailed deer in Northwestern Mexico. p. 77-108. In: *Deer biology, habitat requirements, and management in Western North America*. P. F. Ffolliott and S. Gallina (Eds.). Instituto de Ecología. México. 238 pp.
- Geist, V. 1981. Behavior: adaptive strategies in Mule Deer. p. 157-223. In: *Mule and Black-tailed Deer of North America*. O. C. Wallmo (Ed.). A Wildlife Management Institute Book. Univ. of Nebraska Press. Lincoln and London. 605 pp.
- Hall, R. 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley & Sons. Vol. I: 600 + 1-90, Vol. II: 601-1181 + 1-90.
- Jones, J. K. Jr., J. R. Choate y A. Cadena. 1972. Mammals from the Mexican State of Sinaloa. II Chiroptera. *Occasional Papers of the Museum Natural History*. The University of Kansas. USA. 6: 1-29.
- Jones, J. K. Jr., J. D. Smith y T. Alvarez, 1965. Notes on bats from the Cape Region of Baja California. *Transactions of the San Diego Society of Natural History* 14(4): 53-56.
- Kaplan, C. 1981. *Que hay de cierto sobre la Rabia*. EDAMEX, México, D.F. 158 pp.
- Lawlor, T. E. 1983. The peninsular effect on mammalian species diversity in Baja California. Notes and Comments. *The American Naturalist* 121(3): 432-439.
- Leopold, A. 1977. *Fauna Silvestre de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 600 pp.
- Myllymaki, A. y A. Paasikallio. 1976. Scots pine seed predation by small mammals as revealed by radioactive tagging of the seeds. *Annales Agriculturae Fenniae* 15: 89-96.
- Orr, R. T. 1960. An analysis of the recent lands mammals. In: *The biogeography of Baja California and adjacent seas*. *Systematic Zoology* 9: 171-179.
- Owen, V. G. y R. S. Hoffman. 1983. *Sorex ornatus*. *Mammalian Species*. 212: 1-5.
- Perez-Gil, R. 1981 *A preliminary study of the deer from Cedros Island, Baja California, Mexico*. Master Thesis. School of Natural Resources. University of Michigan. 108 pp.
- Schmidt, R. H. 1984. Shrews damage and control: a review. p. 143-146. In: *Proceedings of the first eastern wildlife damage control conference*. D. J. Decker (Ed). Cooperative Extension, Department of Natural Resources, Cornell University, Ithaca, New York. 379 pp.
- Teer, J. G., J. W. Thomas y E. A. Walker. 1965. Ecology and management of white-tailed deer in the Llano Basin of Texas. *Wildlife Monographs* 15: 62 pp.
- Thompson, S. D. 1982. Spatial utilization and foraging behavior of the desert wood rat *Neotoma lepida lepida*. *Journal of Mammalogy* 63(4): 570-581.
- Velázquez, V. y S. Reyes. 1976. El venado bura (*Odocoileus hemionus peninsulae*) en el Sur de la Península de Baja California, México. *Boletín de Fauna* No. 7. SAG. 31 pp.

- Wallmo, O. C. 1981. Mule and Black-tailed Deer Distribution and Habitats, p. 1-25. *In: Mule and Black tailed deer of North America*. O. C. Wallmo (Ed.). A wildlife Management Institute Book. Univ. of Nebraska Press. Lincoln and London. 605 pp.
- Woloszyn, D y B. W. Woloszyn. 1982. *Los Mamíferos de la Sierra de La Laguna*, Baja California Sur. CONACYT. 168 pp.
- Woloszyn, D., Güemez, J. C. y Woloszyn, B.W. 1985. New locality record of La Laguna mountain shrew *Sorex ornatus lagunae* Nelson et Goldman, 1909, in Cape Region of Baja California, México. *Acta Theriologica* 30(1-8): 157-160.
- Zwinger, A. 1983. *A desert country near the sea*. The University of Arizona Press. Tucson, USA. 399 pp.

CAPÍTULO 14

CONSIDERACIONES FINALES

Alfredo Ortega y Laura Arriaga

A través de la lectura de los capítulos que constituyen este libro, el lector seguramente habrá podido inferir la importancia que tiene la Sierra de La Laguna tanto para el Estado como para el país. Uno de los objetivos principales del trabajo que presentamos aquí es el difundir a un público más amplio la necesidad de establecer a corto plazo la protección jurídica de esta zona como Reserva de la Biósfera.

En consecuencia, en esta sección procederemos a sintetizar los aspectos más relevantes sobre esta región y a resumir las razones que nos llevaron a proponer y a elegir esta figura jurídica para su protección legal. Asimismo, haremos un compendio de la importancia que ha representado hacia el interior de nuestro equipo de investigación la conjunción de los esfuerzos individuales y la estrategia institucional con la que abordaremos el futuro.

Importancia y justificación

La importancia del conjunto de las sierras conocidas genéricamente como Sierra de La Laguna, radica en varios factores tanto del ambiente físico y biológico, como de factores demográficos y de distribución de la población humana, particularmente en las estribaciones de la Sierra y en la Región del Cabo. Estos factores los resumimos de la manera siguiente:

1. En la Sierra de La Laguna se encuentra el único bosque de pino-encino de Baja California Sur. Los bosques de pino-encino más próximos al existente en la Sierra de La Laguna, se encuentran a 800 km al N en San Pedro Mártir, Baja California Norte, y a 500 km al E en el Estado de Sinaloa, en el macizo continental.
2. Es una región que se podría considerar relativamente poco perturbada, ya

que el impacto originado por el hombre es todavía muy bajo; destaca el hecho que la ubicación de los ranchos en la Sierra no sobrepasa una altitud promedio máxima superior a los 400 m. Debido a esto, la flora y fauna silvestres son variadas y se conservan en un estado natural. Sin embargo tales ecosistemas son, por su propia insularidad, muy frágiles.

3. En la Sierra de La Laguna se encuentra la única selva baja caducifolia de toda la Península. Esta selva está rodeada por vegetación característica de zonas áridas, lo cual la sitúa en términos literales como una isla de vegetación en medio de un "mar" desértico. Desierto que tan solo en la Región del Cabo se considera que ocupa alrededor de 500,000 ha.

4. Por su aporte de captación pluvial, se puede considerar como una fuente muy probable de recarga de los acuíferos en sus partes medias y bajas; ya que en las partes altas de estas serranías se captan los mayores niveles de precipitación pluvial de todo el Estado, unos 750 mm anuales en promedio. La presencia de estas sierras con sus tipos de vegetación posibilitan la explotación hidráulica que se practica actualmente en la región y determinan, a su vez, el potencial de uso del agua en las partes bajas por medio de perforaciones, presas y represas; así como la existencia de las comunidades humanas con su actual patrón de asentamiento.

5. La región está muy poco estudiada, los estudios que han realizado hasta la fecha otras instituciones científicas, nacionales o extranjeras, han sido esporádicos y se han desarrollado en una forma discontinua. No se ha aprovechado el potencial científico que representa para el estudio de poblaciones vegetales y animales, comunidades y ecosistemas una zona que ha permanecido aislada durante mucho tiempo, que está poco modificada y sujeta a una baja intervención humana.

6. La Sierra de La Laguna es un sitio en el cual se encuentran una gran cantidad de especies únicas. El cuadro presentado en el primer capítulo de esta edición, que resume los endemismos reportados para la zona hasta la fecha, es elocuente al respecto.

7. Por otro lado, la vida de muchos rancheros, sobre todo los que viven en los cañones de las sierras, está indisolublemente asociada al manejo y a la conservación de los valiosos recursos naturales de la Sierra.

Los seis primeros puntos son notaciones sintéticas de la temática desarrollada por los diversos autores de este libro, y por tal motivo no profundizaremos al respecto. Sin embargo y por la misma razón, consideramos menester ampliar a continuación los aspectos concernientes al punto número siete.

Aspectos socioeconómicos

En la zona de influencia de la Sierra de La Laguna actualmente se asientan 6 poblados con más de 1,000 habitantes, uno con más de 10,000 (Todos Santos) y la propia ciudad de La Paz, capital del Estado, con 160,000 habitantes. Asimismo en las partes bajas, entre los 300 y 500 m de altitud, se asientan aproximadamente 6 ejidos y 28 rancherías con una población de no más de 200 habitantes cada uno.

Por arriba de la cota de los 600 m, actualmente no se encuentran pobladores.

Los habitantes de las partes bajas de la Sierra son rancheros, con una tradición generacional en el manejo de los recursos naturales. Sus principales actividades económicas están relacionadas a actividades agrícolas y a la ganadería extensiva; aunque en la zona de influencia, también se explotan algunos recursos mineros. A continuación desglosaremos brevemente los usos actuales que se dan a los recursos terrestres en la región.

Flora silvestre. Este recurso tiene una baja potencialidad de explotación. Sin embargo, existen un gran número de especies silvestres que se utilizan con fines alimenticios, medicinales, como forraje o en la industria. La explotación forestal de especies arbóreas se restringe a la obtención de leña, carbón, postes y vigas de palma, así como de hojas de palma para construcción de techos (Secretaría de Desarrollo, 1987).

Algunas de las especies que se utilizan como productoras de leña y de carbón son el "palo fierro" *Olneya tesota* y el "mezquite" *Prosopis juliflora*. Otras especies que se utilizan con fines de construcción y para postes de cercas son el "mauto" (*Lysiloma divaricata*) y el "palo blanco" (*L. candida*), el "palo zorrillo" (*Cassia emarginata*), "palo brasil" (*Haematoxylon brasiletto*), "palo escopeta" (*Albizia occidentalis*), "palo arco" (*Tecoma stans*) y la "palma" (*Washingtonia robusta*) (Parra, 1985).

Las principales especies forrajeras que se utilizan en la zona son el "guajillo" *Leucaena* spp., el "frijolillo" *Desmanthus fruticosus*, "palo verde" *Cercidium floridum*, la "vinorama" *Acacia brandegeana*, y el palo zorrillo, palo escopeta, mauto, palo blanco y el mezquite.

Entre las especies que se utilizan con fines alimenticios, medicinales e industriales, se encuentran la damiana *Turnera diffusa*, que se usa como diurético, tonificante, o en la industria licorera. La jojoba, *Simmondsia chinensis*, que se utiliza en la extracción de aceites para elaborar cosméticos. El mauto y el palo blanco, a partir de los cuales se extraen taninos que se utilizan como curtientes a nivel doméstico. Entre las especies que se utilizan con fines medicinales están el palo arco, que se emplea para el dolor de estómago, la fiebre y la diabetes. El latex del "copal", *Bursera microphylla*, y del "lomboy", *Jatropha cinerea*, se utilizan como cicatrizantes. Las hojas del copal se toman también hervidas como infusión para aliviar infecciones de la garganta. También se utilizan algunas especies alóctonas, que se han adaptado localmente, con fines medicinales o en la industria, tal es el caso de la "sávila", *Aloe vera*, y del "maguey", *Agave* spp.

Fauna silvestre. Las actividades cinegéticas son las que prevalecen como la principal forma de explotación de la fauna silvestre de la Sierra de La Laguna. Aquí se encuentran tres de las especies más codiciadas por los cazadores nacionales y extranjeros: el venado bura *Odocoileus hemionus peninsulae*, la paloma de alas blancas *Zenaida asiatica* y la paloma de collar *Columba fasciata*; siendo el venado el más preciado por los habitantes locales, el cual cazan para autoconsumo.

Hay otras especies que los rancheros matan por ser depredadoras ocasionales

de sus animales domésticos, como el coyote *Canis latrans*, el gato montés *Lynx rufus*, la zorra *Urocyon cinereoargenteus*, la aguililla *Buteo jamaicensis*, el tecolote *Bubo virginianus* y los gavilanes *Accipiter striatus* y *A. cooperii*.

A otros animales se les caza para utilizarlos como remedio para algún mal, tal es el caso del mapache *Procyon lotor* del cual se utiliza la grasa como remedio para el reumatismo; del grupo de los reptiles y anfibios, a la iguana *Ctenosaura hemilopha*, la utilizan como remedio para la tosferina, al sapo *Bufo* sp., contra la mordedura de las víboras de cascabel; mientras que a estas últimas las matan para evitar accidentes. A los "gecos" o "salamanques" del género *Phyllodactylus*, los destruyen por creer que producen la caída de la piel.

Actividad agrícola y pecuaria. En la Región del Cabo, estas actividades son las más rentables. La actividad agrícola se concentra en pequeñas áreas contiguas a los cauces naturales de agua y tiene su máximo desarrollo en los poblados de Santiago, Miraflores y el ejido "Cadañaño", en la vertiente del Golfo de California; y en Todos Santos, El Pescadero y el ejido "Plutarco Elías Calles", en la vertiente del Pacífico. En estos poblados se aprovechan el agua subterránea y los escurrimientos por medio de pozos y pequeños bordos de contención para realizar las prácticas agrícolas.

En las partes bajas, donde se localizan suelos de tipo aluvión, se concentra la actividad agrícola, siendo los principales cultivos el frijol y maíz, los forrajes como alfalfa y sorgo, hortalizas como chiles, col, lechuga, pepino, calabaza, jitomate y cebolla, los árboles frutales como mango, aguacate y cítricos, y algunos otros de menor importancia. Los productos cosechados son en algunos casos comercializados en el poblado Todos Santos y en la ciudad de La Paz; aunque la mayoría de las parcelas en el área bajo estudio se cultivan con fines de autoconsumo. En las partes medias y elevadas de la Sierra, la posibilidad de abrir tierras de cultivo es nula, ya que los suelos no son adecuados para la agricultura y tienen un alto riesgo de erosión, como se discutió en el Capítulo 4.

La falta de agua y el bajo potencial de los suelos ha restringido la expansión de la actividad agrícola hacia otras zonas; sin embargo, no se puede decir lo mismo de la ganadería. Gran parte de las zonas bajas de la Sierra están seriamente afectadas por el sobrepastoreo. De hecho, la fisonomía de la vegetación actual es el resultado de una fuerte presión de forrajeo que ha existido durante los últimos doscientos años.

En el área considerada para la reserva, la ganadería es extensiva y se encuentra limitada por los bajos índices de agostadero que se registran (30 ha/ua/año). Se dispone de una superficie de 550,000 ha aproximadamente, las cuales son sobreexplotadas. El principal producto pecuario lo constituye el ganado bovino, destacando en segundo término el ganado porcino, las aves de corral y los caprinos. En una escala mucho menor también se crían ovinos y se cultivan colmenas (Secretaría de Desarrollo, 1987).

Explotación minera. La explotación de los recursos mineros se realiza en áreas cercanas a la zona de influencia de la reserva, en las regiones de El Triunfo y San

Antonio, que corresponden al municipio de La Paz. Estos recursos se extraen en pequeña escala, a partir de 51 plantas rudimentarias de terrenos y lomas antiguas, de donde se extraen minerales oxidados para la obtención de oro y plata.

Las plantas las trabajan apenas 153 ejidatarios, que disponen de terrenos dentro del perímetro ejidal, y que se financian a través de un fondo revolvente creado por el Gobierno del Estado, y por recursos propios y de la Federación (Secretaría de Desarrollo, 1987).

Otras consideraciones. Es muy importante aclarar que la tradición del uso de los recursos naturales de la Sierra de La Laguna ha permitido que actualmente se haya alcanzado un punto de equilibrio armónico entre las comunidades humanas y su entorno natural. Este delicado equilibrio puede romperse muy fácilmente si:

—Se permiten nuevos asentamientos humanos en la zona (nuevos ejidos por ejemplo).

—Se permiten asentamientos en las partes altas de la Sierra.

—Se promueve o se permite la inmigración masiva de habitantes de otros Estados de la República.

Indudablemente las presiones sociales, económicas y demográficas pueden llevar a que cualesquiera de estos factores de equilibrio se rompa. Debemos enfatizar, sin embargo, que la importancia de la Sierra es absolutamente estratégica para el Estado, en donde el principal problema es la disponibilidad de agua. No es fortuito que Baja California Sur sea considerado como el Estado más árido del país. Baste reflexionar que alrededor del 80% de la población del mismo se asienta en un radio de no más de 90 kms de distancia alrededor de la Sierra.

Ambas condiciones, la socioeconómica y la biológica, se conjugan idealmente para motivar a biólogos, administradores y políticos en la protección de un área de reserva en la Sierra de La Laguna que permita la preservación para el futuro, así como el rendimiento sostenido de satisfactores de variado origen que una población en expansión demanda. La propuesta categórica que nuestro Centro de Investigaciones ha formalizado ante las autoridades estatales y federales correspondientes es la de decretar en la zona una Reserva de la Biósfera.

¿Por qué una Reserva de la Biósfera?

Después de analizar las distintas figuras jurídicas que la legislación mexicana establece para las zonas de protección consideramos que, de la gama de posibilidades, una Reserva de la Biósfera sería la alternativa idónea por las razones que a continuación se desglosan.

Al igual que todas las Reservas de la Biósfera, los objetivos y las estrategias que se plantean en esta sección quedan enmarcados dentro de un amplio contexto sobre la conservación como un sistema abierto, tal como lo estableció el Programa del Hombre y la Biósfera de la UNESCO en 1971, cuando se conceptualizaron las Reservas de la Biósfera; y como se especificó, posteriormente, a través del Plan de Acción para las Reservas de la Biósfera (MAB, 1984). Estos objetivos

también quedan enmarcados dentro de lo estipulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su artículo 45 (Diario Oficial de la Federación, 1988).

Los principales objetivos para los cuales se pretende crear la Reserva de la Biósfera de la Sierra de La Laguna son:

1. Contribuir a la conservación permanente de los ecosistemas naturales de la porción montañosa de la Región del Cabo de Baja California Sur, como muestra representativa de la Región Xerofítica Mexicana y de la Pacífica Norteamericana (Rzedowski, 1978).
2. Proteger y mantener la diversidad genética de la región. Particularmente de las especies endémicas, en peligro de extinción, amenazadas y de utilidad potencial para el hombre.
3. Contribuir a mantener los procesos ecológicos que garantizan la conservación de los suelos y del ciclo hidrológico, a través del estudio y manejo adecuado de las cuencas de la zona.
4. Proteger el paisaje y los valores culturales del área, incluyendo los vestigios arqueológicos e históricos y rescatando el uso tradicional que se haya dado a los recursos en épocas anteriores.
5. Promover la investigación científica en las áreas de botánica, zoología, ecología, agronomía, zootecnia, administración de los recursos naturales y áreas sociales.
6. Promover proyectos de desarrollo rural integral en donde se incorpore el conocimiento de la población autóctona acerca del uso sostenido de sus ecosistemas y de las propiedades de las plantas y animales que crecen en ellos.
7. Fomentar la capacitación de los pobladores locales y proporcionar fuentes de ingresos alternativos a los habitantes dentro de los programas de la reserva.
8. Promover actividades recreativas que estén controladas y en armonía con la naturaleza.
9. Fortalecer la función de la educación y formación ambiental, haciendo énfasis a nivel local y regional.
10. Difundir los conocimientos acerca de la conservación y la administración de los recursos naturales, así como del uso adecuado de éstos.

Estos objetivos generales son a su vez nuestros objetivos institucionales en la División de Biología Terrestre. Nos preocupa particularmente incidir sobre la problemática local y regional ofreciendo alternativas de desarrollo concretas a los habitantes de la zona. Estamos firmemente convencidos de que la conservación a largo plazo de los recursos naturales, en conjunción con su uso sostenido, son garantía del desarrollo; entendiéndose éste como la superación de los niveles de vida de los pobladores.

En el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) las líneas de investigación específicas que estamos desarrollando y que planeamos continuar en un futuro inmediato se orientan todas hacia la consecución de estos objetivos tan importantes para la región y para el Estado.

Siete son los grupos de investigación que participamos en la División de

Biología Terrestre: Climatología, Botánica, Ecología Vegetal, Zoología de Invertebrados, Ecología de Vertebrados, Agronomía e Impacto Ambiental. A continuación haremos un breve resumen de las actividades de cada uno de ellos:

El grupo de Climatología trabaja sobre dos aspectos, uno de ellos se refiere a la obtención y procesamiento de datos climatológicos para todo el Estado, así como su almacenamiento en bancos de datos. El otro se refiere al análisis de la distribución de las comunidades naturales vegetales y su relación con las variables climatológicas como parte importante de los factores causales de tal distribución.

El grupo de Botánica realiza por un lado el inventario taxonómico de los recursos vegetales del Estado con el objeto de integrar y completar la colección e identificación de especímenes vegetales, así como de consolidar un herbario regional y de compilar toda esta información en bases de datos. Otro de los objetivos es determinar el grado de endemismo y las afinidades fitogeográficas de la flora, utilizando para ello, algunos géneros y familias característicos.

El grupo de Ecología Vegetal desarrolla dos líneas de investigación, la primera concerniente a la descripción cuantitativa de la vegetación de Baja California Sur, que involucra la caracterización de las principales asociaciones vegetales existentes basándose en su estructura y composición florística, y relacionándolas con aspectos fisiográficos. La segunda estudia el impacto que tienen las perturbaciones naturales y las inducidas por el hombre sobre la vegetación de la Sierra de La Laguna. Estos trabajos involucran por un lado, la descripción de los procesos de regeneración natural del bosque de pino-encino y por otro, el estudio del impacto del pastoreo por ganado en la regeneración de la selva baja caducifolia.

El grupo de Zoología de Invertebrados se dedica como línea principal a la caracterización de algunos grupos de invertebrados terrestres a través de la colección, clasificación e identificación de especímenes obtenidos por medio de muestreos sistemáticos. Asimismo algunos de los investigadores de este grupo desarrollan como línea principal el estudio del comportamiento y los factores determinantes que regulan la distribución de varias especies de escarabajos endémicos.

El grupo de Ecología de Vertebrados desarrolla sus investigaciones a dos niveles de integración, comunidades y poblaciones. Al nivel de comunidades, los estudios se centran sobre roedores, aves y reptiles. Para cada uno de estos grupos se realizan inventarios taxonómicos y se describe la estructura de algunos grupos considerados como parte importante de los ecosistemas.

Al nivel poblacional los estudios se enfocan en la evaluación de los atributos poblacionales de especies endémicas, en peligro de extinción o simplemente cruciales en los procesos sobre flujo de materia y energía de los ecosistemas. Tales estudios tienen como fin último sentar las bases para el manejo adecuado de estas especies y en su caso fomentar su recuperación. Un ejemplo de ello son los estudios que se efectúan sobre el venado bura (*Odocoileus hemionus peninsulae*) en la propia Sierra, así como de otras especies de importancia económica para el Estado y a solicitud expresa de las autoridades de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, sobre el berrendo (*Antilocapra americana peninsularis*), la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*) en el Desierto del Vizcaíno.

El grupo de Agronomía se dedica a la investigación de distintos cultivos bajo condiciones de elevada salinidad y temperatura con el fin de ofrecer alternativas concretas a los habitantes de esta región en donde la disponibilidad de agua es un problema crucial. Actualmente existen muchos pozos sobreexplotados con la consecuente intrusión de agua salina, por lo que la introducción de cultivos como el del frijol gandul (*Cajanus cajan*) y del chamizo salado (*Salicornia bigelovii*) es muy promisorio.

Finalmente, el grupo de Impacto Ambiental está dedicado a resolver los importantes compromisos institucionales, que de acuerdo con las disposiciones vigentes de la legislación mexicana, son indispensables antes de la implementación de proyectos de desarrollo, particularmente los estratégicos. Por ser el nuestro, el único grupo que trabaja en el área de Biología Terrestre en todo el Estado debemos afrontar y resolver con seriedad y responsabilidad tales solicitudes formales de cooperación al respecto.

Desde luego, cada uno de los grupos se compone de especialistas en su materia. Aunque en algunas ocasiones hemos tenido que trabajar coordinadamente en objetivos e intereses comunes, que algunas veces se salen de nuestra área de especialización, pero que nos han conducido hacia metas concretas y articuladas.

Quisiéramos enfatizar que tal vez uno de los aspectos más relevantes sobre los resultados presentados en este libro es la integración de las líneas de investigación de un conjunto heterogéneo de especialistas, la mayoría pertenecientes al propio CIB, cuyas perspectivas a futuro buscan amalgamar las distintas ópticas y experiencias en proyectos comunes. Desde este punto de vista el trabajo en la Sierra de La Laguna ha permitido acrisolar un equipo de investigadores, ahora preparados para afrontar nuevos retos a un nivel superior de integración.

Como resultado de dichos esfuerzos será publicado próximamente un libro concerniente a la elaboración de estudios de impacto ambiental dando las bases para su realización y haciendo especial énfasis en las distintas técnicas utilizables para su diagnóstico y resolución. Asimismo se contempla la publicación de otro libro concerniente a las plantas útiles de la Región del Cabo y un cuarto libro de divulgación popular que ilustra la flora del Estado.

Como equipo de investigación estamos firmemente convencidos de que las amargas lecciones aprendidas en países como el nuestro a causa de las graves consecuencias generadas por la propia rapiña de los recursos naturales es posible aplicarlas con todo éxito en este Estado de la República Mexicana. Baja California Sur es indudablemente el Estado de nuestro territorio nacional que puede considerarse como una frontera a conquistar. Frontera para el conocimiento e investigación científica, y frontera para la inversión productiva y el desarrollo. En Baja California todavía es tiempo de realizar el anhelo de cualquier país: el crecimiento económico en armonía con la naturaleza. Nuestro deber como científicos y mexicanos es el de pugnar por que se cristalice esta posibilidad.

Literatura citada

- M. A. B. 1984. Action plan for Biosphere Reserves. *Nature and Resources*. 20(40): 1-12.
- Parra, H. 1985. Valor potencial de las especies forestales en el Estado de Baja California Sur. In: J. L. Ochoa y J. Moreno-López (eds), *Uso y preservación de los recursos Biológicos Marinos y de Zonas Áridas*. Conferencia Internacional. La Paz, B.C.S. pp. 1-12.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México. 432 pp.
- Secretaría de Desarrollo. 1987. *Datos Básicos de Baja California Sur*. Encuadernación Monterrey, N.L. México. 144 pp.

El libro
*La Sierra de la Laguna de
Baja California Sur*
Se terminó de imprimir en
los talleres gráficos de
Robles Hermanos y Asoc., S.A.
en el mes de febrero de 1989.
Su tiraje fue de 1500 ejemplares.

