



# LOS OASIS DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

---

Laura Arriaga y Ricardo Rodríguez Estrella

Editores



Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste



**LOS OASIS DE LA PENINSULA DE  
BAJA CALIFORNIA**

**LAURA ARRIAGA Y RICARDO RODRIGUEZ ESTRELLA**

**Editores**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
DEL NOROESTE, S.C.**



**LOS OASIS DE LA PENINSULA DE  
BAJA CALIFORNIA**

**LAURA ARRIAGA Y RICARDO RODRIGUEZ ESTRELLA**

**Editores**

**Publicación No. 13**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

**DEL NOROESTE, S.C.**

**1997**

Fotografía de la portada: Yolanda Maya

Fotografías de la contraportada: Aurora Breceda, Sergio Alvarez, José Luis León  
y Ricardo Rodríguez Estrella

Diseño gráfico y cuidado de la edición: Rocío Coria

D.R. © 1997 Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Apartado Postal 128

La Paz, Baja California Sur 23000

ISBN 158-968-6837-15-5

Derechos reservados conforme a la ley

Impreso y hecho en México

## AUTORES EN ESTA EDICION

Sergio Alvarez  
Gustavo Arnaud  
Laura Arriaga  
Aurora Breceda  
Rocío Coria  
Sara Díaz  
Reymundo Domínguez  
Patricia Galina  
Ma. Luisa Jiménez  
José Luis León de la Luz  
Yolanda Maya  
Alejandra Naranjo  
Carlos Palacios  
Esteban Pineda  
Ricardo Rodríguez Estrella  
Laura Rubio  
Armando Tejas  
Enrique Troyo

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., División de Biología Terrestre, Baja California Sur, México

Carmen Blázquez, Estación Biológica de Doñana, Avda. de María Luisa s/n, Pabellón del Perú, Sevilla 41013 España

Lee Grismer, Department of Biology, La Sierra University, Riverside, California, 92515-8247, E.U.A.



## AGRADECIMIENTOS

Los estudios que se compilan en esta edición se han realizado gracias a la colaboración de muchas personas e instituciones, a todos ellos quisiéramos hacer patente nuestro agradecimiento. En especial, hacemos un reconocimiento al apoyo y la confianza que nos brindó el Dr. Daniel Lluch Belda, durante su gestión en la Dirección del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIB), para la realización de estas investigaciones. Asimismo, quisiéramos agradecer al actual Director General del CIB, Dr. Mario Martínez García, su apoyo para la culminación de este proyecto.

Agradecemos también al Sistema de Investigación del Mar de Cortés (SIMAC-CONACyT) por el apoyo económico que brindó para el desarrollo de las investigaciones, a través del financiamiento del Proyecto de Investigación "Estado Actual y Potencial de Aprovechamiento de los Oasis en Zonas Áridas del Noroeste de México", durante 1994-1996.

Quisiéramos agradecer también las facilidades que la Dirección Administrativa del CIB nos proporcionó para la continuidad de nuestras investigaciones en la zona; así como la colaboración de la Subdirección de Informática, especialmente a través de Edgar Yuen, quien estuvo al cuidado del diseño y edición; a Margarito y Santiago Rodríguez y a Rubén Andrade encargados de la impresión de esta publicación. A nuestra compañera la Biól. Rocío Coria, le agradecemos por la revisión y cuidado de la edición. El Dr. Ellis Glazier amablemente revisó la redacción de los resúmenes en inglés; Verónica Hirales y Edith Fiol nos brindaron su apoyo logístico durante el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, todos los autores de esta edición quisiéramos expresar nuestro más sincero y profundo agradecimiento a los técnicos de campo de la División de Biología Terrestre: Franco Cota, Abelino Cota, Marcos Acevedo, Amado Cota y Miguel Domínguez, por su ayuda entusiasta, perseverante y sistemática en la realización de los trabajos de campo y de gabinete.

Agradecemos también a todas las personas que, en las diferentes comunidades donde realizamos nuestros estudios, nos brindaron siempre su ayuda y colaboración, mostrando asimismo un gran interés por nuestro trabajo. A la familia Gómez Geraldo de El Pilar, especialmente a la Sra. María Luisa Geraldo Almaraz y al Sr. Isabel Gómez Cadena, quienes nos brindaron café, agua y sonrisas en esas duras condiciones desérticas donde el pequeño oasis representaba la permanencia de las familias; al Sr. Amado Higuera de San Pedro de la Presa por sus amabilidades y apoyo; a los Srs. Manuel Jesús Arce Mesa y Rolando Arce Cota de San Isidro en cuyo huerto establecimos un campamento permanente infinidad de veces; al Sr. Toribio Arce Arce y a la Sra. Delfina Osuna de Arce de San Isidro, siempre cuidando sus frutales y sembrando chícharos y habas desde el amanecer hasta el atardecer, recibiéndonos con café, agua, preguntas y



comentarios interesantes sobre lo que hacíamos; al Profesor Agustín Bareño de La Purísima por su información; al Sr. Francisco Olivar de San Ignacio por su amabilidad; y a numerosas personas más que no dieron su nombre pero que se mostraron siempre prestos a ayudarnos, a responder nuestras preguntas y a permitirnos trabajar en sus propiedades, en Punta San Pedro, San José del Cabo, Santiago y San Bartolo. A todos ellos les agradecemos profundamente su apoyo.

## **DEDICATORIA**

*A todos los ejidatarios, rancheros y pobladores de los oasis que diariamente se enfrentan a las difíciles condiciones del desierto, con la ardua labor de hacer fructificar las áridas tierras de la Península de Baja California.*



# LOS OASIS DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

## INDICE

Prólogo .....	xi
1. Introducción.....	1
<i>Laura Arriaga</i>	
2. Caracterización de los Oasis.....	5
<i>Yolanda Maya, Rocio Coria y Reymundo Dominguez</i>	
3. Climatología .....	27
<i>Rocío Coria B.</i>	
4. Balance Hidrológico y Análisis de la Aridez .....	35
<i>Sara Díaz y Enrique Troyo</i>	
5. Edafología.....	51
<i>Yolanda Maya, Enrique Troyo y Alejandra Naranjo</i>	
6. Composición Florística y Vegetación.....	69
<i>Laura Arriaga, Sara Díaz, Reymundo Domínguez y José Luis León</i>	
7. Los Macroartrópodos.....	107
<i>María Luisa Jiménez, Carlos Palacios y Armando Tejas</i>	
8. Anfibios y Reptiles.....	125
<i>Sergio Alvarez, Patricia Galina y Lee Grismer</i>	
9. Test del Uso de Reptiles como Elementos de Evaluación para la Conservación .....	143
<i>María del Carmen Blázquez</i>	
10. Los Oasis como Parches Atractivos para las Aves Terrestres Residentes e Invernantes.....	157
<i>Ricardo Rodríguez-Estrella, Laura Rubio y Esteban Pineda</i>	

11. Variaciones Estacionales de la Avifauna y Estructura de la Vegetación.....	197
<i>Esteban Pineda, Ricardo Rodríguez-Estrella, Laura Arriaga Y Laura Rubio</i>	
12 . El Uso del Habitat por Aves Residentes e Invernantes.....	221
<i>Laura Rubio, Ricardo Rodríguez-Estrella y Esteban Pineda</i>	
13. Mamíferos .....	249
<i>Sergio Alvarez, Patricia Galina y Gustavo Arnaud</i>	
14. Características Socioeconómicas y Uso de los Recursos Naturales en los Oasis .....	261
<i>Aurora Breceda, Laura Arriaga y Rocío Coria</i>	
15. Implicaciones Ecológicas de las Actividades Humanas en la Biota Asociada a los Oasis.....	285
<i>Ricardo Rodríguez-Estrella y Laura Arriaga</i>	

## PROLOGO

Quien haya sobrevolado la península de Baja California prestando cierta atención al paisaje, no puede menos que preguntarse por qué, en medio de extensiones monótonas de cardones y mezquites, puede divisarse ocasionalmente un pequeño parche verde, o con ese dibujo cuadriculado que denota un cultivo. Cuando el vuelo es nocturno, la impresionante negrura del paisaje se ve a veces perforada por una pequeña luz, que nos recuerda que allí abajo hay gente.

La mayor parte de estas esporádicas ocurrencias están relacionadas con los oasis, estos pequeños parches de vegetación (a veces incluso con agua) que permiten la sobrevivencia de familias de esforzados habitantes, rodeados de inhóspitos terrenos. El agua, ese compuesto tan común en otras regiones y tan escaso en la nuestra, aflora desde sus depósitos subterráneos en mayor o menor grado y permite la existencia de plantas y animales (peces incluidos) diferentes a los del resto de la tierra circundante.

Sitios de atracción para aves y mamíferos, así como para los originales habitantes de estas tierras y de misioneros, los oasis no han recibido hasta ahora la atención que requieren de parte de los investigadores. Este libro tiene la virtud de ser el primer análisis de carácter integral de estas formaciones en el noroeste de México. Muchos de los resultados que presenta son nuevos y, algunos, incluso inesperados.

Las conclusiones de los autores en sus distintos capítulos nos llevan de la mano a plantearnos los problemas fundamentales con respecto a los oasis, desde el punto de vista humano. Estas formaciones son importantes, no sólo por la productividad que puede obtenerse de ellas en términos agrícolas o ganaderos, sino porque permiten la existencia de comunidades. Biológicamente, representan refugios importantes de especies de afinidad neártica, estaciones de reabastecimiento para especies migratorias y lugares de atracción para prácticamente todas las especies, endémicas o no.

Inevitablemente, los oasis de la Península se han transformado. Una parte importante de esta alteración ha resultado de las actividades humanas. En algunos casos, las modificaciones han sido importantes (como la desecación de los cuerpos de agua permanentes); en otros, la existencia de la gente sigue patrones de equilibrio muy similares a los de los primeros pobladores, a pesar de los avances tecnológicos disponibles. La lección es que hay capacidad en el hombre para destruir, pero también la hay para mantener una ocupación sostenida a lo largo de muchos años.

El aislamiento geográfico y la carencia de agua han permitido que sólo pequeños núcleos poblacionales hayan ocupado muchos de estos oasis siguiendo tradiciones, patrones y actitudes de muchos años. Sin embargo, el futuro es

mucho más incierto. A pesar de las crisis financieras generales, es indudable que los gobiernos se han preocupado por sus habitantes, incluidos aquéllos de los puntos más remotos. Es interesante que las alteraciones mayores se dan en aquellos oasis cercanos a las poblaciones mayores o más comunicados; también lo es que los oasis menos modificados son aquéllos más aislados y en los que los indicadores de calidad de vida son menores.

Todos deseamos que nuestros compatriotas vivan mejor; todos queremos que estas formaciones permanezcan con su importancia biológica y social, pero hasta ahora ambos propósitos parecen mutuamente excluyentes. Sólo un gobierno visionario y responsable con la población y el ambiente, que cuente con el conocimiento necesario para basar las mejores decisiones, será capaz de transformar esta aparente disyuntiva en soluciones imaginativas, complementarias.

El papel que juegan los investigadores en el proceso de encontrar estas soluciones es crucial, pero a menudo subestimado por todos (incluyendo los propios investigadores). Este libro presenta los resultados de un trabajo serio, con el enfoque adecuado para contribuir a resolver el problema.

**Daniel Lluch Belda**

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION

*LAURA ARRIAGA*

La región árida del noroeste del país es una de las regiones más dinámicas desde un punto de vista económico. En esta zona, el turismo, la pesca y la minería no son las únicas fuentes de riqueza; las actividades agropecuarias y, en menor medida, las explotaciones silvícolas constituyen parte importante del desarrollo de esta región.

El suministro permanente y predecible de agua dulce en las zonas áridas ha sido la principal limitante para el desarrollo de actividades productivas en el noroeste del país. En este sentido los oasis o humedales tradicionalmente se han utilizado como sitios de colonización para asentamientos humanos desde la época colonial, por la alta productividad relativa que se asocia a éstos. Sin embargo, no por ello, el manejo que actualmente se les da a estos sistemas en el noroeste del país es el óptimo, ni el más rentable y autosustentable si se compara con el aprovechamiento y la rentabilidad que se obtiene de estos sistemas en algunos de los grandes desiertos del mundo como en Israel, Egipto y Arabia (Gupta *et al.* 1985, Lamoreaux *et al.* 1985, Talha *et al.* 1987). Asimismo, el carácter méxico de los oasis y su restringida distribución los convierte en hábitats de gran dinamismo biológico y de interés socioeconómico.

Por la gran abundancia de los oasis así como por su distribución fragmentada en los desiertos del noroeste del país, tanto el conocimiento como el manejo adecuado de estos recursos renovables, son de vital importancia para desarrollar cualquier esquema de producción agropecuaria en la región. Mantener un buen nivel productivo y sostenerlo en el largo plazo, sin deteriorar este suministro permanente y predecible de agua, constituye uno de los grandes desafíos que impone el uso apropiado de los desiertos mexicanos.

#### **Oasis en la Península de Baja California**

La evolución geomorfológica de la península de Baja California y de la región noroeste del país ha producido una transformación ecológica radical de un hábitat con vegetación méxico subtropical hacia un matorral xerófilo (Axelrod 1979). Dicha transformación, resultado del transcurso de millones de años, trajo como consecuencia la formación de una serie de refugios de afinidad méxico que actualmente sólo se aprecian en las porciones altas de los macizos montañosos, o bien como oasis o humedales en medio del desierto.

Los oasis o humedales son refugios de gran interés biológico porque representan relictos de hábitats de importancia biogeográfica y evolutiva en donde



se han encontrado especies de flora y fauna de afinidad contrastante con la biota circundante (Cornett 1985, Cornett *et al.* 1986, Grismer y McGuire 1993), nuevos registros de éstos a nivel genérico y específico (Rowland 1971, Ezcurra *et al.* 1988), especies de vertebrados que anteriormente se creían extintas y que no lo están (Castro 1992), así como registros de grandes migraciones (Coyne *et al.* 1987).

Por otro lado, si bien se han descrito algunas formas de explotación y manejo, tanto de los recursos abióticos como bióticos de los oasis (Rodiek 1981, Floyd 1987, Ezcurra *et al.* 1988, Bedinger *et al.* 1990, Felger *et al.* 1992), éstos han sido muy puntuales o se han centrado en alguna especie de interés comercial. En ninguno de los casos anteriores se ha tratado de abordar el estudio de los oasis integralmente, considerando sus componentes físico-químicos y biológicos, así como incorporando la influencia de las actividades humanas con la necesidad de hacer más rentables las prácticas de explotación de estos recursos buscando, a su vez, una mayor productividad, rentabilidad y autosustentabilidad.

Por estas razones, en el presente un libro se integra la información sobre los oasis de la península de Baja California, como una primera aproximación para el análisis de este tipo de hábitats. En el siguiente capítulo, se presenta la caracterización cartográfica de los oasis delimitados en la Península, definiéndose un total de 184 oasis, casi todos ellos ubicados en el estado de B.C.S. Los humedales se describen agrupándose en 7 categorías con base en su extensión, la presencia o ausencia de cuerpos de agua, su asociación con asentamientos humanos, y en función del tipo de comunidades vegetales establecidas en ellos (palmares, tulares, mezquiales, y vegetación riparia en general).

Con la edición de este libro presentamos un diagnóstico del estado actual de los oasis, así como de las formas de explotación de sus recursos biológicos mediante el análisis de los factores físicos de los cuerpos de agua superficiales, así como los factores climáticos y edáficos de los oasis. Esta edición también contiene una caracterización de la vegetación natural e introducida, así como de los agroecosistemas asociados a los oasis. Asimismo, la fauna se caracteriza en este libro de acuerdo con los diversos grupos entomológicos, y en función de los distintos grupos de vertebrados (herpetofauna, avifauna y mastofauna) asociados a los oasis. De la misma manera, se incluye una evaluación de las interacciones entre la flora y fauna silvestre con las especies exóticas o introducidas por el hombre, haciendo referencia especial para el grupo de las aves. Finalmente se presenta una evaluación socioeconómica de los oasis, a través del análisis potencial de sus recursos naturales, del estado actual de utilización, así como de las principales actividades productivas que se desarrollan en éstos.

**Literatura Citada**

- Axelrod, D.I. 1979. Age and origin of the Sonoran Desert Vegetation. Occasional Papers California Academy of Sciences 132: 1-74.
- Bedinger, M.S., K.A. Sargent y W.H. Langer. 1990. Studies of geology and hydrology in the Basin and Range province, southwestern United States, for isolation of high-level radioactive waste: characterization of the Sonoran Region, Arizona. U.S.G.P.O. Washington, 40 p.
- Castro, J.L. 1992. Estudio bio-ecológico de la única especie de pez dulceacuícola endémica de Baja California Sur (*Fundulus lima* Vaillant). Informe Técnico CIB-CONACYT, 60 p.
- Cornett, J.W. 1985. Reading the fan palms. We know where these trees grow, but, we're not sure how they got there. American Museum of Natural History. N.Y. 94(10): 64-73.
- Cornett, J.W., T. Glenn y J.M. Stewart. 1986. The largest desert fan palm oases. Principes 30(2):82-84.
- Coyne, J.A., S.H. Bryant y M. Turelli. 1987. Long distance migration of *Drosophila*. 2. Presence in desolate sites and dispersal near a desert oasis. American Naturalist 129 (6): 847-861.
- Ezcurra, E., R.S. Felger, A.D. Russell y M. Equihua. 1988. Freshwater islands in a desert sand sea: the hidrology, flora, and phytogeography of the Gran Desierto Oases of Northwestern Mexico. Desert Plants 9(2): 35-44.
- Felger, R.S., P.L. Warren, L.S. Anderson y G.P. Nabhan. 1992. Vascular plants of a desert oasis: Flora and ethnobotany of Quitobaquito, Organ Pipe Cactus National Monument, Arizona. Proceedings of the San Diego Society of Natural History 0(8): 1-39.
- Floyd, D. 1987. The desert oasis. Arizona Land People 38(2): 10-18.
- Gupta, C.P., S. Ahmed y G. Rao. 1985. Conjunctive utilization of surface water and ground-water to arrest the water-level decline in an alluvial aquifer. Journal of Hydrology 76: 351-361.
- Grismer, L.L. y J.A. McGuire. 1993. The oases of central Baja California, Mexico. Part I. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the Oases. Bull. Southern California Academy of Sciences 92(1): 2-24.
- Lamoreaux, P.E., B.A. Memon y H. Idris. 1985. Groundwater development, Kharga Oases, Western Desert of Egypt: A long-term environmental concern. Environmental Geology Water Science 7(3): 129-149.

- Rodiek, J. 1981. Wetland trees of Arizona for possible oasis use in arid regions. *Desert Plants* 3(2): 88-91.
- Rowland, J.M. 1971. A new *Trithyreus* from a desert oasis in Southern California (Arachnida: Schizomida: Schizomidae). *Panpacific Entomol.* 47(4): 304-309.
- Talha, M.,M.A. Aziz,M. El-Tony, y M.Z. Salim. 1987. Water relations and properties of Bahariya Oasis Soils. *Egyptian Journal of Soil Sciences* 27(1): 53-61.

## CAPITULO 2

# CARACTERIZACION DE LOS OASIS

*YOLANDA MAYA, ROCIO CORIA Y REYMUNDO DOMINGUEZ*

### **Resumen**

En el presente capítulo se identificaron los oasis que se encuentran en la península de Baja California basados en el análisis de la vegetación natural y la presencia o ausencia de un cuerpo de agua, por medio de la interpretación de fotografías aéreas. En total se delimitaron 184 oasis de los que el 48% correspondieron a oasis con cuerpos de agua superficiales y el resto a sitios en los que la vegetación natural es más densa a causa de la presencia de un manto freático a relativamente poca profundidad.

Se definieron siete grupos de oasis utilizando características tales como el tipo de manantial, de vegetación y la evolución que había tenido el cuerpo de agua. Se hace una breve descripción de cada grupo.

Se describen también las características particulares de los oasis que fueron elegidos como representantes de cada grupo y sobre los que se desarrollaron los estudios que se presentan en los capítulos posteriores. Para cada uno se presentan los mapas que muestran la topografía y la hidrografía de los alrededores.

### **Abstract**

In this chapter, the oases of Baja California peninsula were identified. Identification was based on analysis of the natural vegetation and the occurrence of water by interpretation of aerial photographs. Oases (184) were delimited. Forty-eight percent had surface sources of water. The others were sites where a dense natural vegetation indicated the presence of groundwater stored within a few hundred feet of the surface.

Oases were grouped into seven categories, according to the water source type, vegetation type, and the particular history of each source. A brief description of each category is included.

The particular characteristics of those chosen to represent each group, referred to in subsequent chapters, are described. This chapter includes maps of each of these, with the topographic and hydrographic characteristics shown.

## **Introducción**

Un rasgo propio del noroeste mexicano es la aridez. Aunque en algunas regiones las condiciones de poca precipitación y de altas temperaturas son más extremas que en otras, en general el problema principal de las zonas áridas es la poca disponibilidad de agua y la península de Baja California no es la excepción.

En las zonas áridas no es común que se encuentren ríos superficiales perennes debido a que la precipitación total anual es de escaso volumen, que se distribuye además en pocos eventos. Cuando ocurre una precipitación, la mayor parte del agua escurre por la superficie del terreno y se dirige al mar formando arroyos estacionales. Sólo una parte del volumen total se filtra hacia las capas subterráneas recargando los mantos freáticos, principal fuente de agua en el desierto (Heindl 1961). En algunos sitios y debido principalmente a la presencia de una capa rocosa impermeable localizada a poca profundidad, el agua llega a alcanzar la superficie. La existencia de agua o humedad permanente brinda condiciones muy particulares para el establecimiento de vegetación que en la región circundante no podría prosperar. La posibilidad de tener agua fomenta también el desarrollo de actividades humanas tales como la agricultura y la ganadería. Sin embargo, tales actividades están limitadas al tamaño del manantial, sobre todo si no se cuenta con la infraestructura necesaria para la explotación de los mantos subterráneos.

En la península de Baja California existen evidencias históricas que señalan la importancia que los oasis han tenido para los seres humanos de la región desde su llegada a estas tierras y a través de toda su historia. En Baja California Sur los grupos de los más antiguos pobladores, originalmente nómadas, establecieron sus territorios de caza y colecta tomando como centro de referencia un oasis determinado (Cariño 1996).

Posteriormente, a la llegada de los españoles, fueron los misioneros los únicos cuya presencia fue continua, estableciendo sus misiones cerca de algún oasis. Esto, además de proporcionarles el agua necesaria para su subsistencia, les permitió iniciar la agricultura y la ganadería en el territorio (del Barco 1780). Con la llegada de la tecnología destinada a la explotación del agua de los mantos subterráneos con sistemas de bombeo se abrió la posibilidad de nuevas actividades, tales como la minería y la agricultura a mayor escala.

En el presente capítulo se hace un análisis a partir de varias fuentes de información geográfica con el fin de determinar el número total de oasis que existen en la Península. Asimismo se ha buscado su agrupamiento con base en una serie de características comunes, tales como su dimensión, la presencia o ausencia de un cuerpo de agua permanente y la vegetación establecida. Por otra parte se provee información general sobre los oasis que se eligieron como representantes de los diferentes grupos, lo cual servirá como marco de referencia para los estudios que se desarrollan en los capítulos posteriores.

## Material y Métodos

Para la localización de los oasis se examinó el material fotográfico aéreo que cubría el total de la Península utilizando un estereoscopio marca Wild modelo TSP1. Las fotografías aéreas, en escala 1:75,000, fueron tomadas en 1993 por el INEGI. El criterio que se utilizó en esta primera etapa fue el de buscar los sitios en donde la vegetación natural fuera más densa que en los alrededores, ya que éstos representarían zonas de mayor humedad en los que podría haber incluso palmares.

Una vez localizados, los posibles oasis se cotejaron con las cartas climáticas (en escala 1:1'000,000) y de uso del suelo (en escala 1:250,000 y 1:1'000,000 en donde no había disponibilidad de información más precisa) con el fin de comprobar que las condiciones climáticas fueran extremosas y la vegetación dominante en los alrededores fuera típica de las zonas áridas. En la Fig. 1 se representa en forma general la vegetación de la Península. Esta figura, junto con la Fig. 1 del capítulo de Climatología brindan una idea general de las condiciones climáticas y los tipos de vegetación dominantes en la Península.

Posteriormente se realizaron varias entrevistas con personas que conocían la región con el objeto de excluir los manchones que no correspondieran realmente a vegetación mesófila o riparia, así como para iniciar la recopilación de la información referente a las particularidades de cada oasis. Finalmente los resultados se apoyaron con salidas de verificación de campo.

Una vez determinados, los oasis se agruparon de acuerdo a su extensión, la presencia o ausencia de un cuerpo de agua superficial, el tipo de manantial y a las comunidades vegetales que se encontraban establecidas en ellos, para proceder a su caracterización.

## Resultados

De todos los manchones de vegetación que pudieron delimitarse en la Península de acuerdo a los parámetros establecidos previamente, se determinó que 184 podían considerarse como oasis. De ellos, la mayor parte (171) se localizaron en el estado de Baja California Sur.

Los 184 oasis determinados se agruparon en siete categorías. En el Cuadro 1 aparece el número de oasis pertenecientes a cada uno, el porcentaje que representan de la totalidad y el área promedio del grupo.

## Caracterización General de los Grupos

Las particularidades que definieron cada grupo de oasis fueron las siguientes:

**Cuadro 1.** Resultado del agrupamiento de los oasis.

	Total en el grupo	% del total	Area Promedio (km <sup>2</sup> )
GRUPO 1	5	2.72	1.50
GRUPO 2	14	7.61	0.49
GRUPO 3	54	29.30	0.16
GRUPO 4	3	1.63	0.42
GRUPO 5	5	2.72	1.01
GRUPO 6	95	51.60	0.46
GRUPO 7	8	4.35	0.14
	184		

Grupo 1. Son cuerpos de agua permanentes que tienen una extensión relativamente grande (de 0.15 a 2.70 km). En la mayor parte de ellos el cuerpo de agua se mantiene gracias a obras de construcción que permiten retener el agua. En sus inmediaciones se encuentran varias comunidades vegetales, entre las que destacan los palmares.

Una gran parte del agua y de las condiciones de humedad permanente derivadas de la influencia del oasis se destinan a la práctica de la agricultura intensiva. El volumen de los productos que se obtienen hace posible su comercialización.

Los oasis pertenecientes a este grupo y su área se presentan en el Cuadro 2.

Grupo 2. En este grupo se consideraron los mantos freáticos que en el pasado fueron manantiales superficiales y permanentes. En sus alrededores se encuentran establecidas poblaciones con un número de habitantes relativamente importante. El agua se ha extraído tanto para uso doméstico, como para el desarrollo de actividades productivas, principalmente para la práctica de la agricultura.

En el segundo grupo quedaron incluidos catorce oasis, cuya extensión varía de 0.05 a 1.5 km. Los más importantes y su extensión aparecen en el Cuadro 2.

Es importante señalar que la sobreexplotación de los manantiales de este grupo ocurrió después de la llegada de la energía eléctrica, con excepción del oasis de Santa Agueda. El agua de este oasis fue casi totalmente extraída para el uso de la Mina El Boleo, en Santa Rosalía, y su explotación se inició desde hace aproximadamente un siglo.

Grupo 3. Este grupo quedó formado por un gran número de pequeños cuerpos de agua que se encuentran en forma intermitente sobre el lecho de casi todos los arroyos de la vertiente occidental de la Sierra de la Giganta. En ellos se encuentran palmares de dimensiones reducidas y se desarrolla una agricultura a muy pequeña

**Cuadro 2.** Ejemplos de los oasis más representativos de los diferentes grupos.

Oasis	Sup. (Km <sup>2</sup> )	Grupos						
		1	2	3	4	5	6	7
Agua Caliente	1.76					■		
Boca de la Sierra (a)	2.30					■		
Boca de la Sierra (b)	0.54					■		
Gpe. de la Herradura	2.10						■	
Isla Margarita	0.19			■				
La Candelaria	0.29				■			
La Purísima	2.25	■						
Las Pocitas- El Pilar	0.25			■				
Los Inocentes	0.19							■
Matancitas	0.83						■	■
Mulegé	1.03	■						■
Punta Lobos	0.15							■
Punta San Pedro	0.19							■
San Bartolo	0.59				■			
San Dionisio	0.19					■		
San Ignacio	2.69	■						
San Isidro	0.14	■						
San Isidro 2	0.39				■			
San Jorge	0.24					■		
San José de Comondú	0.88		■					
San José del Cabo	1.37	■						
San Juan Bautista Londó	0.93						■	
San Juanico	1.96						■	
San Pedro de la Presa	0.10							
Santa Agueda	0.10		■					
Santa Rita	0.59			■				
Santiago	1.47		■					
Todos Santos	0.39		■					
Zona Arq. "La Bocana"	0.73						■	

escala, sólo de autoconsumo. Todos ellos tienen obras rústicas que permiten retener el agua. Prácticamente todas las rancherías que se encuentran alrededor de estos cuerpos de agua carecen de energía eléctrica y tienen escasas vías de comunicación.

Los ojos de agua de dimensiones muy reducidas (2 m x 5 m aproximadamente, con una lámina de agua de apenas algunos centímetros) y que se encuentran en su mayoría hacia el sur de la misma Sierra de la Giganta también se consideraron



en este grupo. Tales cuerpos de agua reciben el nombre local de "tinajas" en la Sierra de las Tarabillas. Estas sirven de abrevadero para el ganado y algunas mantienen humedad suficiente para el establecimiento de pequeños palmares. Aunque generalmente no tienen asentamientos humanos en sus alrededores, su importancia radica en que han hecho posible el desarrollo de la ganadería extensiva en la región.

En total el grupo quedó conformado por 54 oasis cuyas dimensiones variaban de 0.05 a 0.59 km. Algunos ejemplos y sus extensiones se presentan en el Cuadro 2.

Grupo 4. En este grupo se incluyeron los palmares de dimensiones superiores a 0.25 km que crecen sobre los lechos de los arroyos, manteniéndose únicamente gracias a la humedad que ahí se encuentra. Sólo se identificaron tres, los cuales se presentan en el Cuadro 2.

Grupo 5. Este grupo incluye los cuerpos de agua superficiales que se forman durante la temporada de lluvias y que tienen una permanencia relativamente larga. En algunos se han construido pequeñas obras que contribuyen a retener el agua. Aunque la mayor parte del volumen es para uso doméstico, también se utiliza para sostener agricultura de riego con relativamente buenos rendimientos. El Cuadro 2 muestra los cinco oasis que por sus características formaron este grupo.

Grupo 6. Es frecuente que en las zonas de humedad de los lechos de los arroyos prospere una vegetación riparia casi exclusivamente conformada por leguminosas. Las especies más importantes que se encuentran son la vinorama (*Acacia brandegeana*), el mezquite (*Prosopis* sp.) y el palo fierro (*Olneya tesota*). Aunque carecen de un cuerpo de agua superficial y no tienen palmares, estos manchones de vegetación sirven de refugio tanto a especies vegetales como animales al proporcionarles sombra y amortiguar en gran medida las variaciones de temperatura bajo su dosel.

Este tipo de zonas de humedad se encontraron hacia el sur de la Península en las estribaciones de la Sierra de La Laguna y más frecuentemente en el estado de Baja California. Por sus características este grupo resultó ser el más numeroso, con 95 elementos. Las dimensiones varían de 0.05 a 2.94 km. Algunos ejemplos se presentan en el Cuadro 2.

Grupo 7. En la región costera es frecuente encontrar que la desembocadura de los arroyos está bloqueada por una barra de arena. Tal situación permite la formación de una laguna costera de pequeñas dimensiones, que en temporada de lluvias se torna salobre por el aporte del arroyo. En estas lagunas o zonas de humedad es posible encontrar leguminosas e incluso palmares introducidos, asociados a vegetación halófila.

Ocho oasis de pequeñas dimensiones que variaban de 0.02 a 0.34 km conformaron este grupo. Algunos ejemplos se presentan en el Cuadro 2.

**Caracterización de los oasis estudiados**

La localización geográfica de cada uno de los nueve oasis que se eligieron como representantes de cada grupo y sobre los que se desarrollaron los estudios de los que tratan los capítulos posteriores se presenta en el Cuadro 3 y en la Fig. 2. La Figura 1 brinda información sobre la vegetación, la Fig. 1 del capítulo 3 sobre la climatología y la Fig. 3 sobre la topografía general del paisaje en el que se localizan los oasis.

**Cuadro 3.** Localización geográfica de los oasis estudiados.

Oasis	Estación	Clima	TMed	TMáx	TMín	Ppt.
San ignacio	San Ignacio	BWhw(x') ( e)	21.5	28.5	15.5	96.0
S. J. Bautista	S. J. Londó	BW(h') hw(x') (e'	23.0	30.7	16.1	145.4
S. Pedro Presa	La Soledad	BW(h') hw(x') (e)	22.1	28.4	16.1	273.0
El Pilar	El Pilar	BWhw(x') ( e)	21.8	28.2	16.2	212.8
San Bartolo	San Bartolo	BWhw(e)	21.9	26.8	15.3	320.3
Santiago	Santiago	BSo(h') hw (e)	23.8	30.4	17.1	383.7
Pta. S. Pedro	Todos Santos	BWh'(h) w(x') (e)	21.9	27.3	18.5	159.4
Boca Sierra	Caduaño	BSo(h') hw (e)	23.1	36.4	9.9	464.9

A continuación se describen las características de cada uno de los oasis estudiados. En las figuras correspondientes a cada oasis, además de la información sobre su ubicación, topografía e hidrografía, aparecen los sitios en los que se realizaron los muestreos a los que se referirá la mayor parte de los autores de los capítulos posteriores.

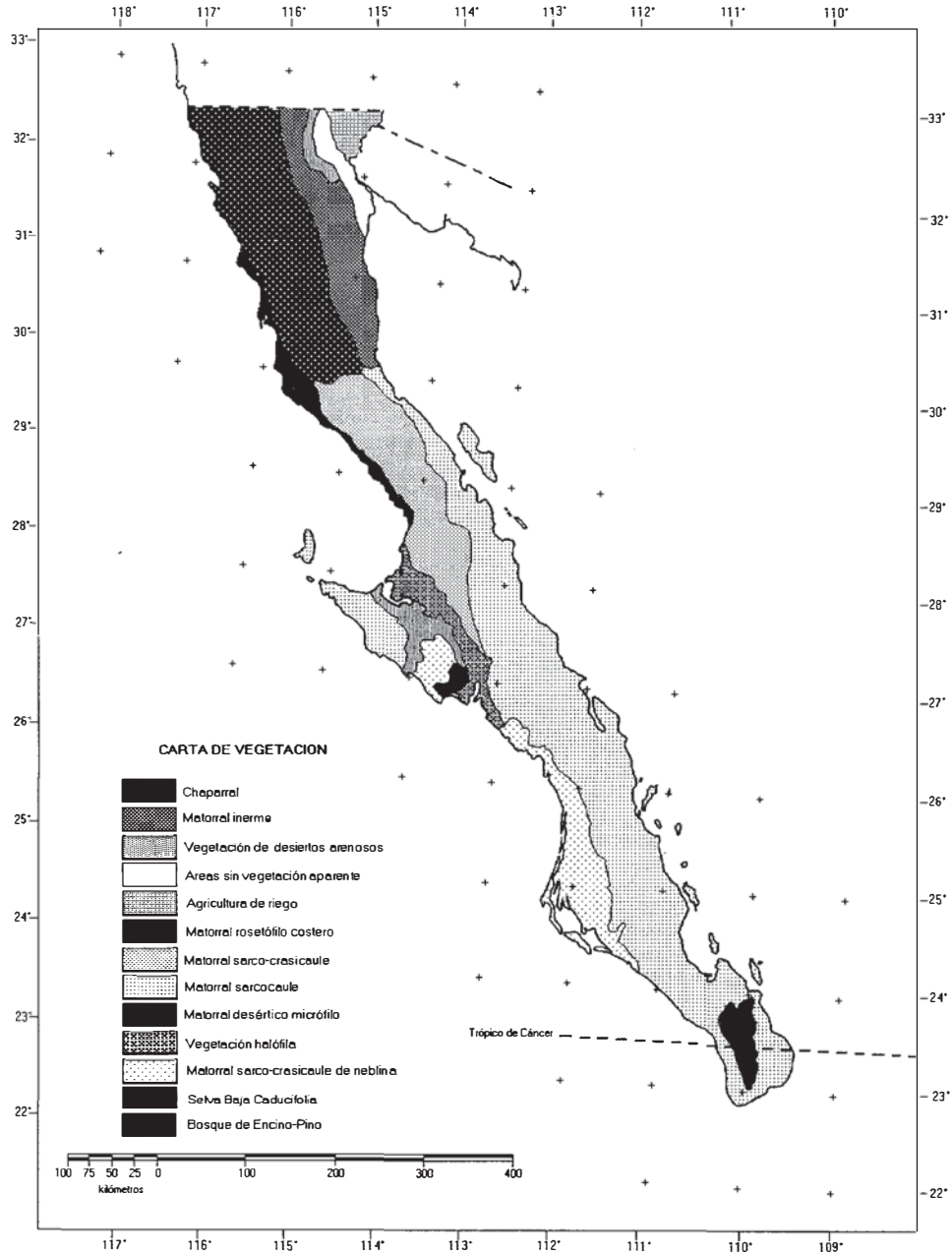
**Grupo 1.**

**1.1. San Ignacio**

El oasis de San Ignacio está alimentado por el arroyo que lleva el mismo nombre y tiene una represa que permite que el cuerpo de agua se mantenga permanentemente (Fig. 4). Se encuentra enclavado en un gran valle bordeado por mesetas de basalto y lomeríos de rocas sedimentarias (SPP 1984).

**1.2. San José del Cabo**

El manantial de San José de Cabo es uno de los más grandes de la región y se encuentra en el extremo sur de la Península (Fig. 5). Es una laguna costera alimentada por el arroyo San José, cerrada hacia el mar por una barra que cíclicamente se abre en forma natural permitiendo la comunicación con el mar,



**Figura 1.** Principales tipos de vegetación que se encuentran en la Península de Baja California.

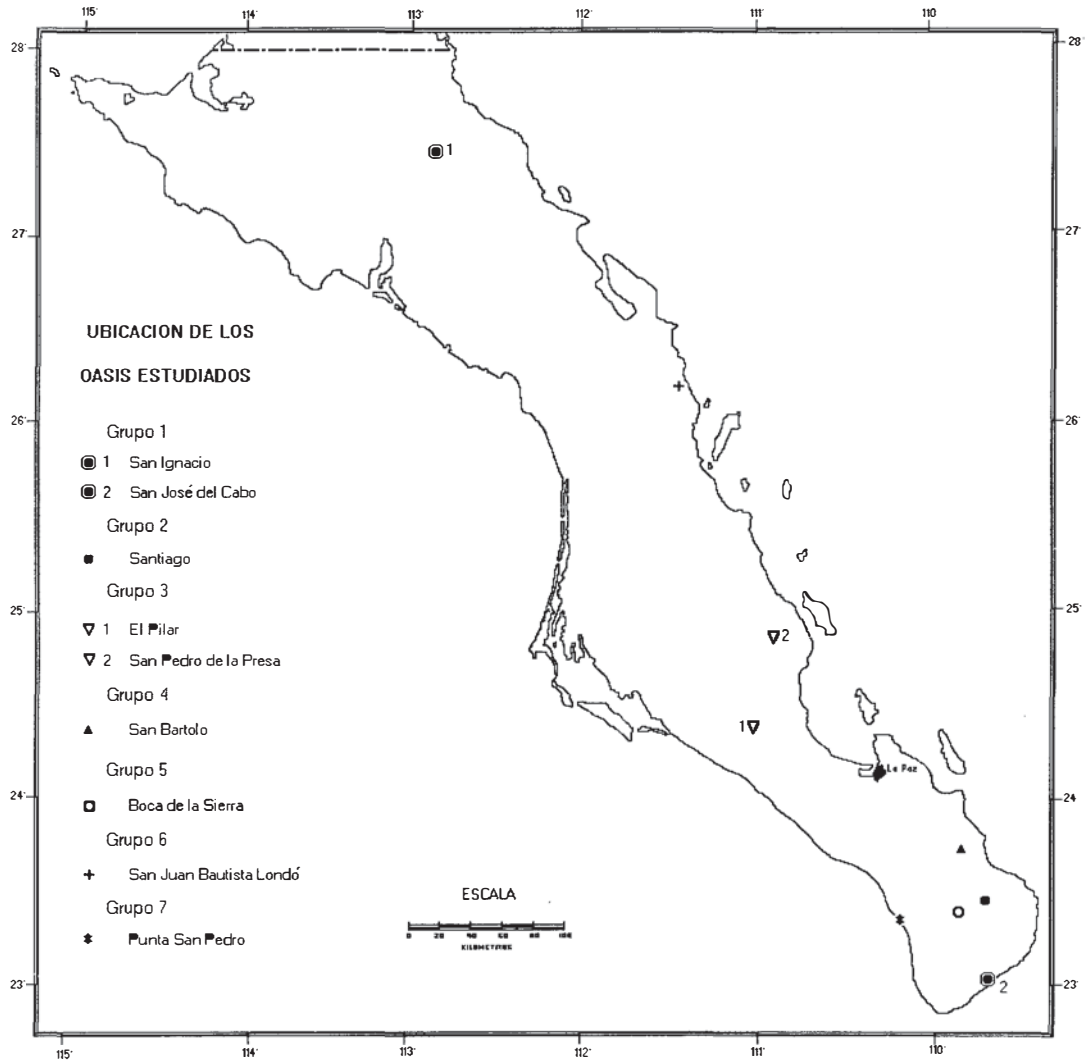
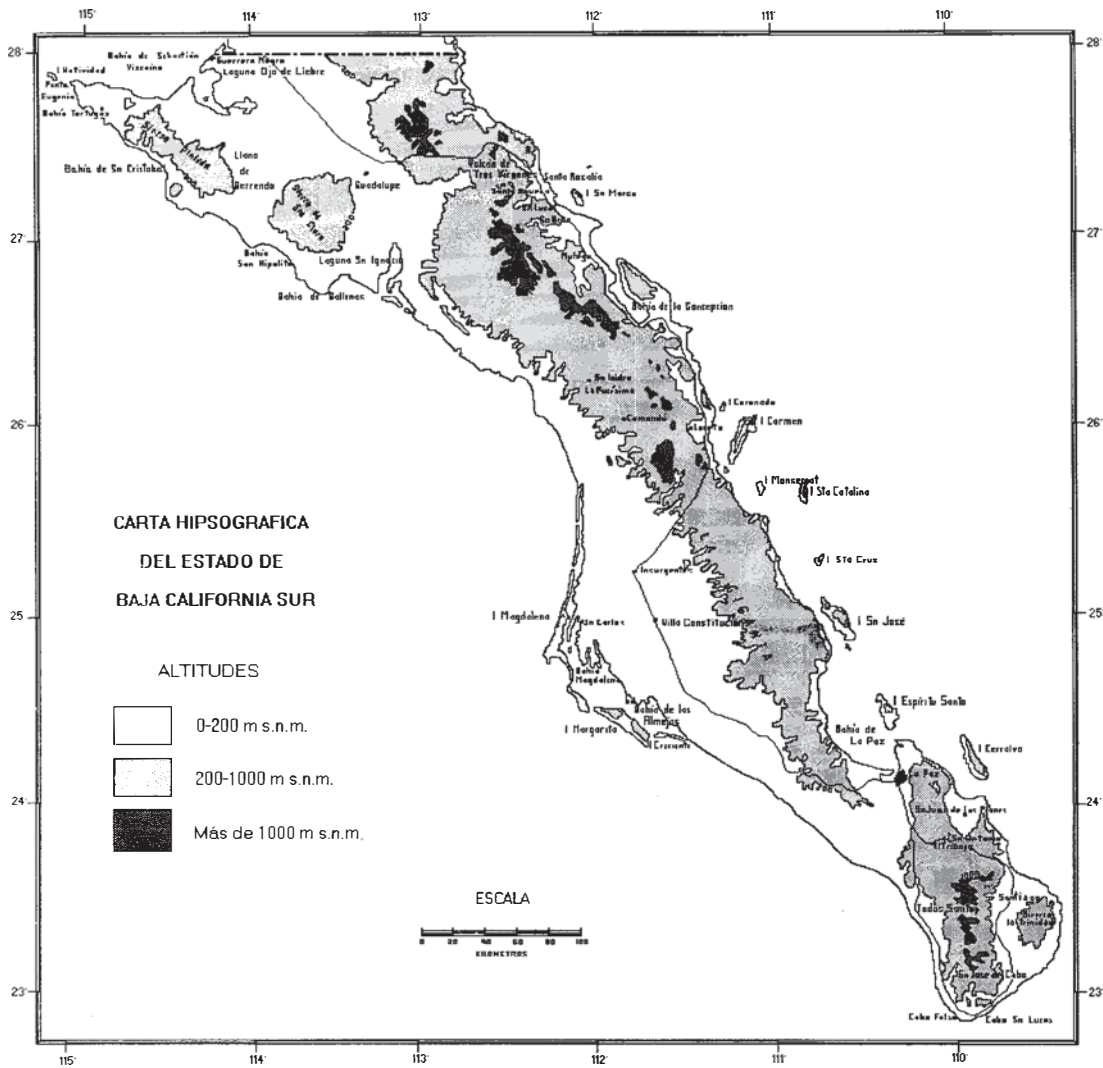


Figura 2. Localización de los oasis sobre los que tratan los estudios de los capítulos posteriores.



Tomado de García y Falcón, 1974.

Figura 3. Carta hipsográfica del Estado de Baja California Sur.

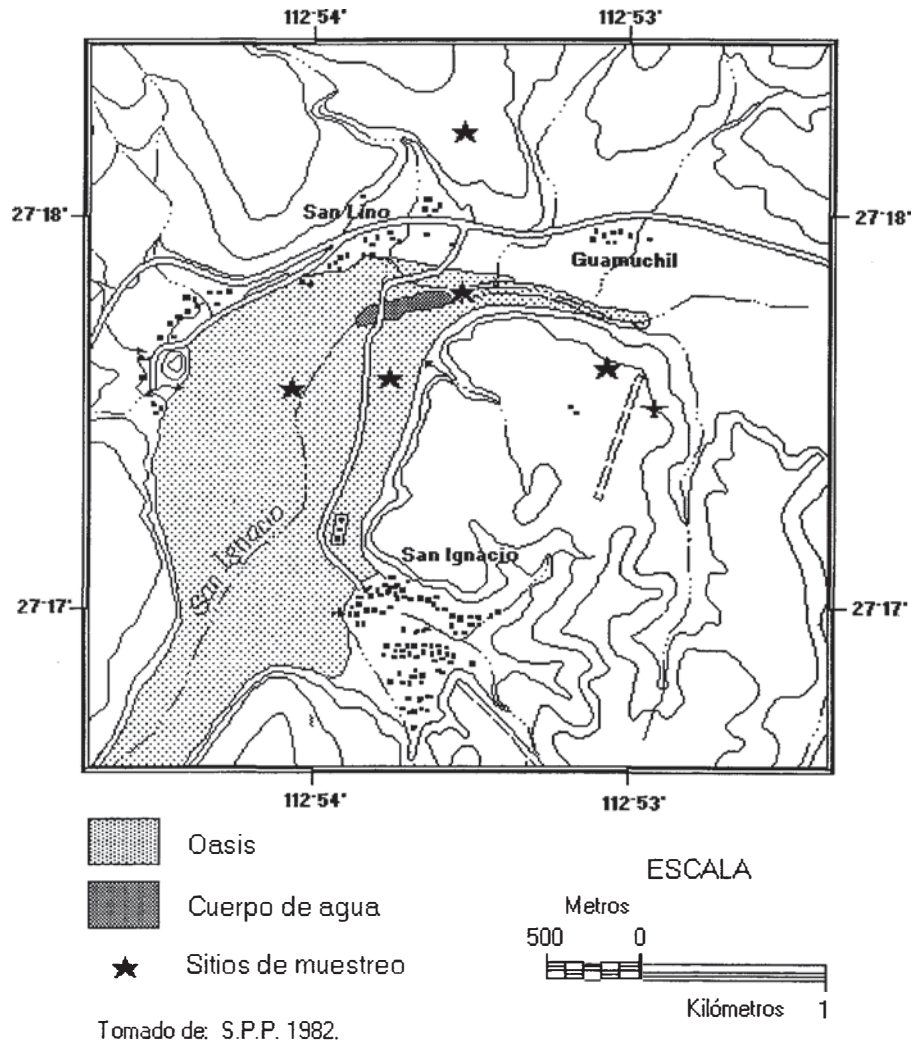
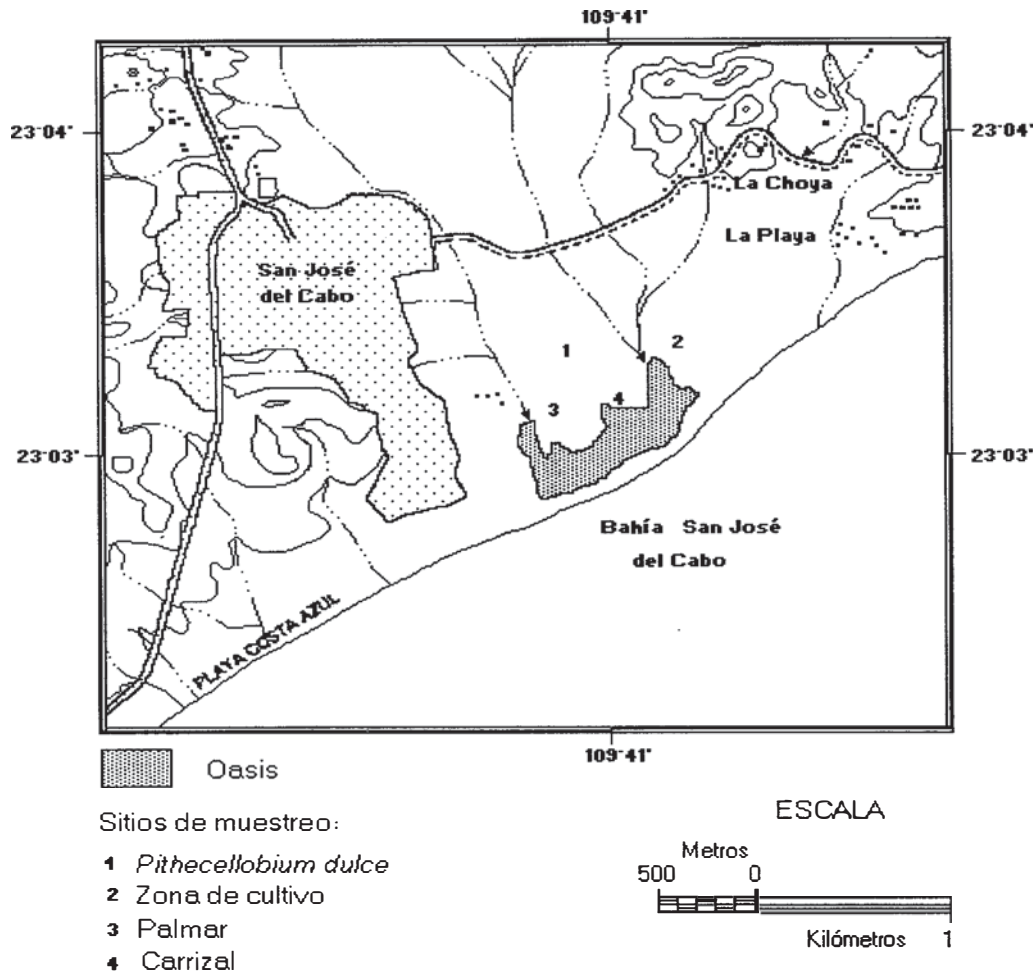


Figura 4. Localización y sitios de muestreo del oasis San Ignacio.

lo que da por resultado que el agua, que generalmente es dulce, en ocasiones se torne salobre.

En la zona de influencia del oasis se han establecido campos de cultivo de la llamada "agricultura orgánica" con buenos rendimientos. También existe un gradiente de humedad que ha determinado el establecimiento de varios tipos de vegetación bien diferenciables tales como un tular y un palmar. Existe una buena



Tomado de: Secretaría de Programación y Presupuesto. 1983b.

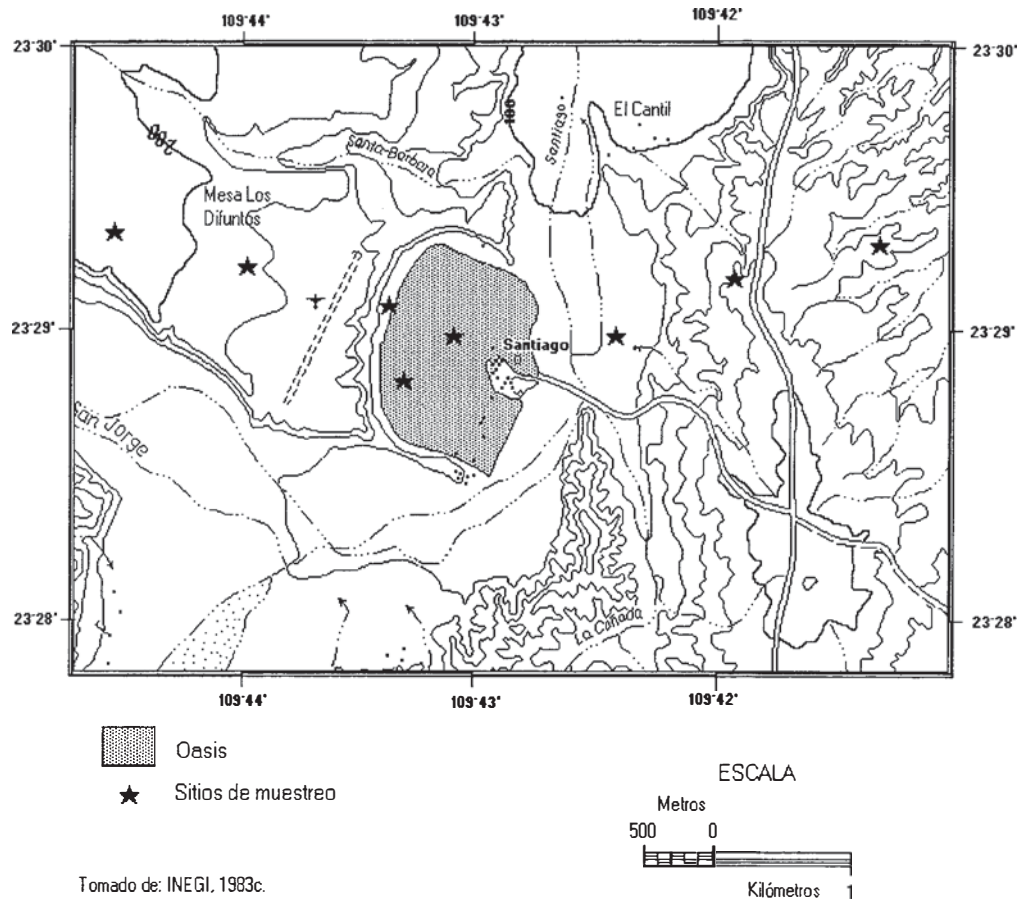
**Figura 5.** Localización y sitios de muestreo del oasis San José del Cabo.

comercialización de las hojas y los troncos de las palmeras para la construcción de techos rústicos, muy cotizados en la región.

## Grupo 2. Santiago

El oasis de Santiago se encuentra en una zona de mesetas de disección, formadas a partir de antiguos depósitos de material arenoso provenientes de la

Sierra de La Laguna y se mantiene por los arroyos Agua Caliente y San Jorge (Fig. 6).



**Figura 6.** Localización y sitios de muestreo del oasis Santiago.

El manantial, que antiguamente fue una laguna y actualmente es un manto subterráneo, se utiliza con fines urbanos y en mayor parte para regar la zona de cultivo que se encuentra en el piso de la antigua laguna. Varios palmares se distribuyen entre los campos agrícolas.

En el pasado, la humedad era suficiente para permitir el cultivo de la caña de azúcar. Sin embargo, una obra de infraestructura construida en la década de los 80's, impide que entre en la laguna el agua superficial que durante la temporada de lluvias transporta el arroyo San Jorge. En la actualidad sólo eventos meteorológicos sobresalientes, como el paso de huracanes, consiguen que el manto se recargue lo suficiente para que la lámina de agua logre alcanzar la superficie.



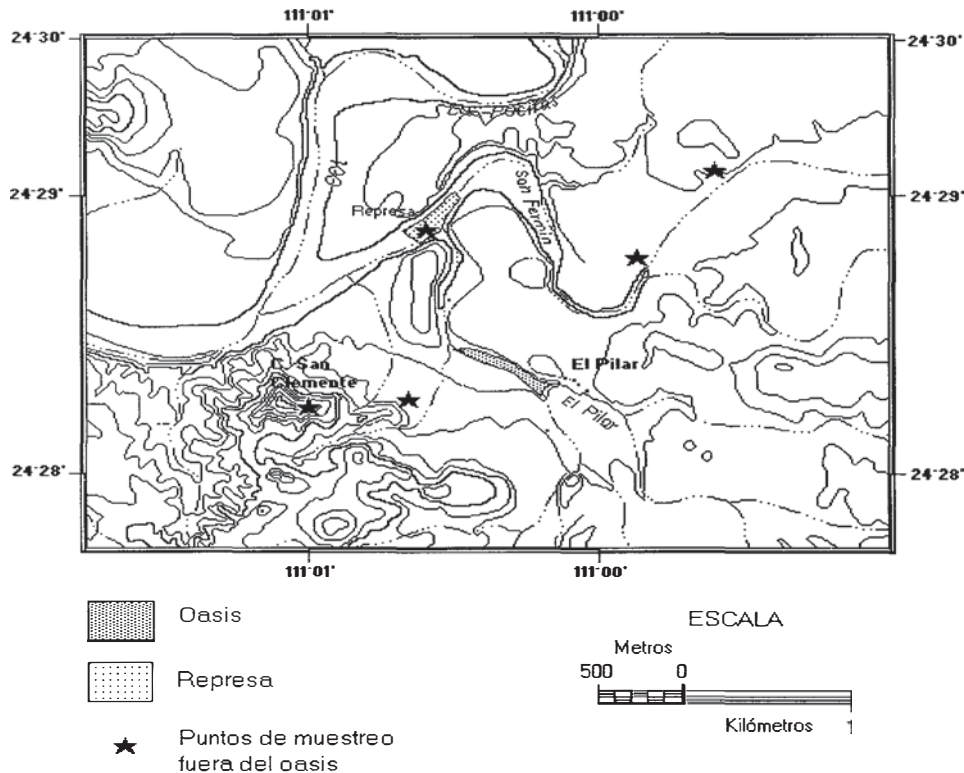
## Grupo 3.

## 3.1. El Pilar-Las Pocitas

El oasis de Las Pocitas, en el área de El Pilar, se encuentra en el lecho del arroyo El Pilar, en un gran valle en el que la vegetación es escasa y los colores de los suelos son muy claros, condición que magnifica la apariencia árida del paisaje (Fig. 7).

Los habitantes de los alrededores del oasis de Las Pocitas han implementado una infraestructura mínima en el pequeño manantial, destinada a retener el agua. Por medio de canales riegan las huertas en las que se desarrolla una incipiente agricultura de autoconsumo. La humedad ha permitido el establecimiento de un palmar de *Washingtonia robusta*.

Sobre el arroyo San Fermín, del cual es tributario el arroyo El Pilar, se construyó en el pasado lo que debería haber sido la cortina de una pequeña presa



Tomado de: INEGI, 1983e.

Figura 7. Localización y sitios de muestreo del oasis El Pilar-Las Pocitas.

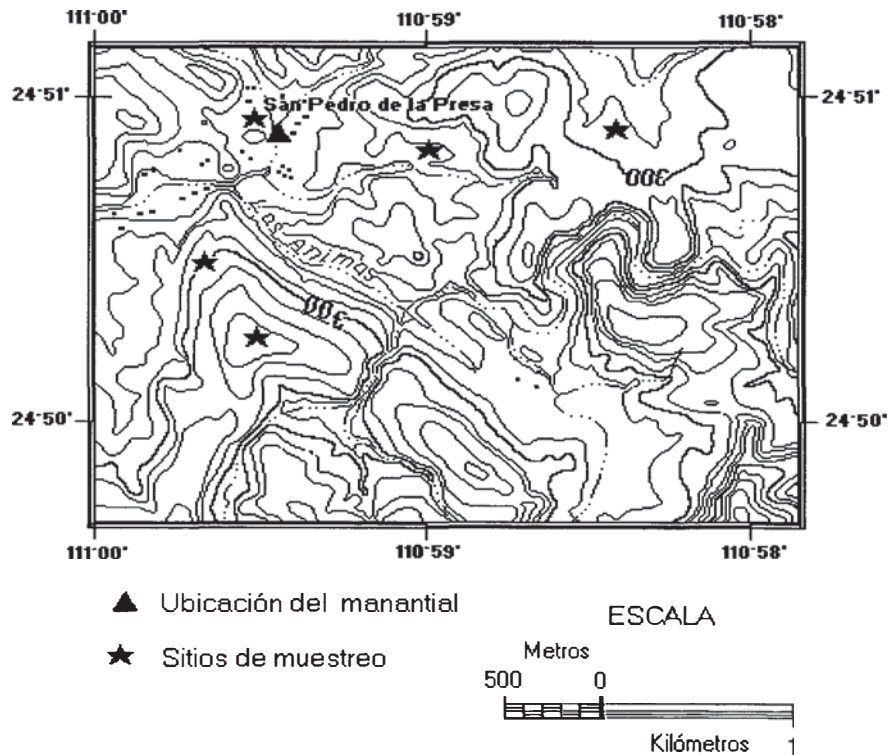
que se pretendía sirviera como reservorio de agua para la región. El proyecto no tuvo éxito como presa por el constante acarreo de material que provocó el azolve permanente. La capa de sedimentos alcanza actualmente profundidades de hasta un metro. Sin embargo, los lugareños desarrollan agricultura de humedad con relativamente buenos rendimientos. Entre los cultivos se cuentan el maíz y la calabaza.

3.2. San Pedro de la Presa

El manantial de San Pedro de la Presa se encuentra en el lecho del arroyo Las Animas, enclavado en un paisaje montañoso en el que la vegetación natural es un matorral xerófilo (Fig. 8). Al igual que en el de Las Pocitas, los lugareños han construido una pequeña represa para que el agua se acumule. Con ella riegan una zona agrícola en la que cultivan principalmente vid y mango y en la que también se encuentra un pequeño palmar cultivado de dátiles.

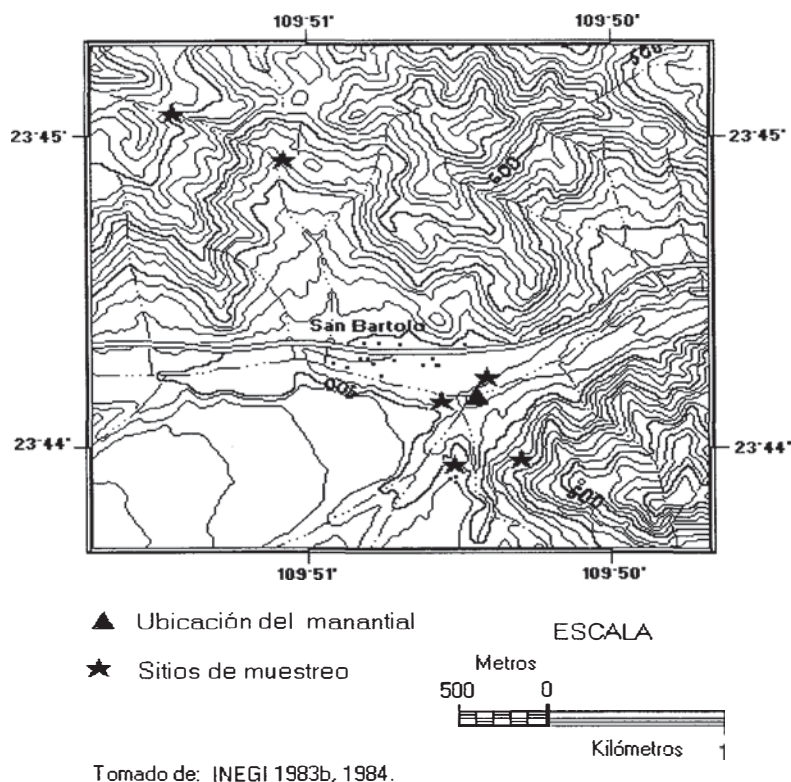
Grupo 4. San Bartolo

El oasis de San Bartolo se encuentra en el lecho del arroyo del mismo nombre, en una cañada formada por sierras de pendientes abruptas (Fig. 9). Está formado



Tomado de: INEGI 1983d.

Figura 8. Localización y sitios de muestreo del oasis San Pedro de la Presa.



**Figura 9.** Localización y sitios de muestreo del oasis San Bartolo.

por un palmar de *Washingtonia robusta* que se distribuye en manchones a lo largo de la cañada. Varias huertas se encuentran establecidas en el lecho del arroyo, en las que se cultivan árboles frutales.

En el Cerro La Campana, el cual conforma la ladera sur de la cañada, hay un acuífero que alcanza la superficie en un pequeño manantial que se encuentra al pie de la montaña, en el lecho del arroyo. El agua corre permanentemente en el manantial y continúa su paso hacia el manto freático que proporciona la humedad necesaria para el mantenimiento del palmar.

El agua del manantial es insuficiente para cubrir las necesidades de la población, por lo que el agua para uso doméstico y para regar las huertas se extrae por bombeo del manto subterráneo.

#### Grupo 5. Boca de la Sierra

El oasis de Boca de la Sierra se encuentra en el lecho del arroyo del mismo nombre, que corre en la Cañada de San Bernardo (Fig. 10). El oasis está formado

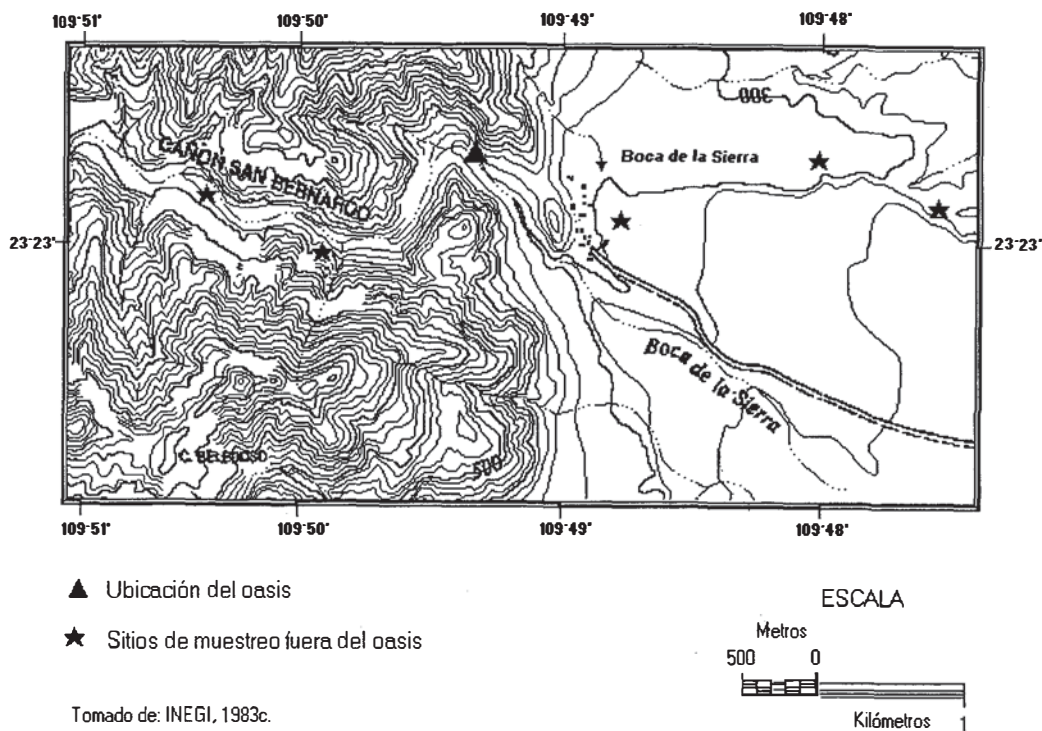


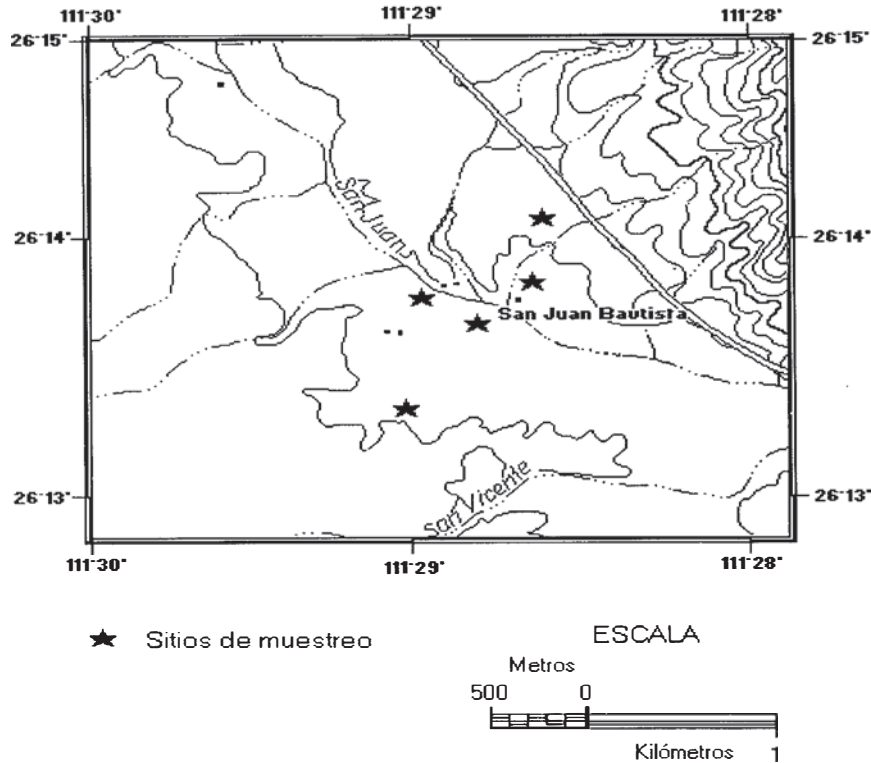
Figura 10. Localización y sitios de muestreo del oasis Boca de la Sierra.

por varias pozas que se forman durante las lluvias y de las que la mayor parte desaparece tiempo después principalmente porque se utiliza para riego, así como por el incremento de la temperatura y la evaporación. La poza más grande tiene una represa y es la más cercana al pueblo.

Los agricultores del poblado han construido una serie de canales destinados al riego de los campos de cultivo, que realizan preferentemente después de la recarga de las pozas por las lluvias aunque en la actualidad cuentan con sistemas de bombeo para extraer el agua del manto subterráneo.

Grupo 6. San Juan Bautista-Londó

El oasis de San Juan Bautista-Londó fue el que se eligió como representante del sexto grupo. Se encuentra ubicado en una gran llanura aluvial, alimentado por el arroyo que corre al pie del Cerro San Juan (Fig. 11). Es un manchón de vegetación del que las leguminosas forman parte importante, particularmente el mezquite (*Prosopis articulata*). Las leguminosas se mantienen gracias a que su carácter de freatofitas les permite extraer el agua del manto freático.



Tomado de: S.P.P 1983a.

**Figura 11.** Localización y sitios de muestreo del oasis San Juan Bautista-Londó.

Según afirman los habitantes de las pocas rancherías establecidas en los alrededores, en el pasado la lámina de agua alcanzaba la superficie y era suficiente para mantener pequeños hatos de bovinos, actividad que ya no es posible sostener en la actualidad. Ruinas de una misión atestiguan que en el pasado la disponibilidad de agua permitió la planificación de asentamientos humanos.

Se afirma que nunca ha existido explotación del manto por bombeo, por lo que se podría suponer que un aumento progresivo en la sequía de la región fuera la responsable de la insuficiente recarga del acuífero. Sin embargo, la explotación de pozos profundos cercanos, de los que se extrae agua para el uso urbano de Loreto, permite presumir que haya contribuido a la disminución del nivel freático.

#### Grupo 7. Punta San Pedro

El oasis de Punta San Pedro se localiza entre dos pequeñas sierras formadas por el Cerro San Pedro al norte y el Cerro Los Viejos al sur, colindando con la

playa en la costa del Pacífico (Fig. 12). Tiene un pequeño cuerpo de agua permanente separado del mar por una duna de arena y la playa, el cual diariamente queda en contacto con el mar cuando sube la marea. La fisonomía del cuerpo de agua es muy variable dependiendo de la influencia tanto marina como de las avenidas del arroyo. Un ejemplo es que durante la temporada de lluvias sea común que se abra la barra permitiendo la entrada de agua de mar.

Sostiene un tular que se encuentra establecido en la zona de saturación permanente, así como un palmar del que se extraen hojas y troncos para construcción. Aunque ahora no existen actividades agrícolas, hace alrededor de cuatro décadas aún se cultivaba caña de azúcar y se practicaba la ganadería. El acondicionamiento del sitio con fines turísticos, tales como el dragado del cuerpo de agua y la construcción de caminos, actualmente está ocasionando importantes modificaciones del entorno natural.

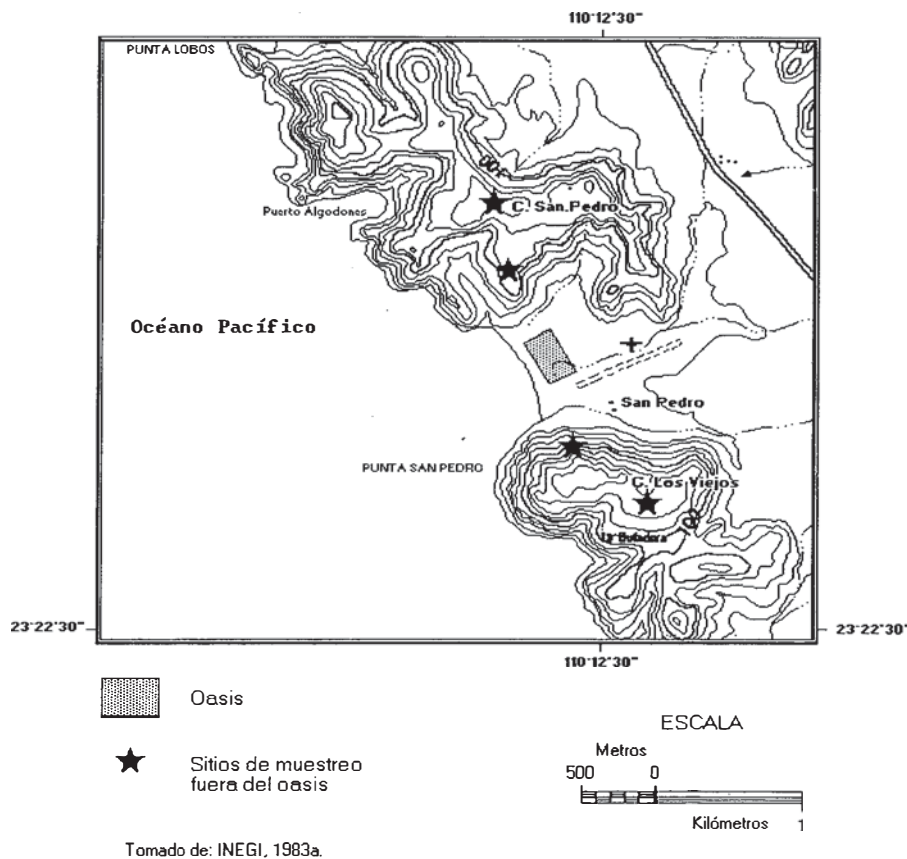


Figura 12. Localización y sitios de muestreo del oasis Punta San Pedro.

## Conclusiones

Uno de los puntos que pudimos remarcar al formar los diferentes grupos de oasis fue que la sobreexplotación de los cuerpos de agua superficiales guarda una estrecha relación con el aumento del nivel de bienestar social, como son la implementación de redes de energía eléctrica y la construcción de vías de comunicación.

En un medio tan poco favorecido económicamente como es el del estado de Baja California Sur, la extracción del agua se había llevado a cabo tradicionalmente en forma moderada y casi artesanal, de tal manera que los límites de la explotación los determinaba el volumen de agua disponible en la superficie. Al tener al alcance medios de explotación más tecnificados las actividades económicas han crecido, sobre todo la agrícola y la turística, con el establecimiento de asentamientos humanos que no siempre han sido bien planificados y con el consecuente aumento en la demanda del vital líquido.

Hasta ahora, los eventos climatológicos sobresalientes, como el paso de huracanes, han permitido suficiente recarga de los acuíferos para mantener las actividades económicas que dependen de ellos. Sin embargo, la sobreexplotación derivada de la agricultura intensiva podría llegar hasta la desecación de los mantos subterráneos. Un ejemplo es el del valle de Todos Santos en el que el nivel de la lámina de agua ha disminuido sensiblemente en los últimos dos años. Creemos indispensable que toda actividad económica que se pretenda impulsar en la región esté sustentada en una verdadera planificación que contemple, ante todo y de manera objetiva, las posibilidades de explotación de los acuíferos de los que dependerá su desarrollo.

## Agradecimientos

Deseamos agradecer al Téc. Alberto Domínguez por su ayuda en la edición de los mapas.

## Literatura Citada

- Cariño, M.M. 1996. Historia de las relaciones hombre-naturaleza en Baja California Sur 1500-1940. Universidad Nacional Autónoma de Baja California Sur. SEP-FOMES. México. 229 pp.
- Del Barco, Miguel. 1780. Historia natural y crónica de la Antigua California. León-Portilla, M. (Edición, notas preliminares y apéndices). Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM. México. 1988.

- García, E. y Z. Falcón. 1974. Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana. 2a. Ed. México. p. 31.
- Heindl, L.A. 1961. Groundwater in the southwest-a perspective. En: Symposium ecology of groundwater in the southwestern United States. Fletcher, J.E. (Ed.). Arizona State University.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1981. Carta de Uso del Suelo escala 1:1'000,000 La Paz. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1983a. Carta topográfica 1:50,000 F12B33 Todos Santos. Dirección General de Geografía. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1983b. Carta topográfica 1:50,000 Hoja F12B14 San Juan de los Planes. Dirección General de Geografía. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1983c. Carta topográfica 1:50,000 Hoja F12B34 Santiago. Dirección General de Geografía. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1983d. Carta topográfica 1:50,000 G12D51-D52 San Pedro de la Presa. Dirección General de Geografía. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1983e. Carta topográfica 1:50,000 G12C79 Las Pocitas. Dirección General de Geografía. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1984. Carta topográfica 1:50,000 F12B24 Las Cuevas. Dirección General de Geografía. México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1982. Carta topográfica 1:50,000 G12A34 San Ignacio. Dirección General de Geografía. México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1983a. Carta topográfica 1:50,000 G12A88 Loreto. Dirección General de Geografía. México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1983b. Carta topográfica 1:50,000 F12B44 San José del Cabo. Dirección General de Geografía. México.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1984. Carta Geológica 1:250,000 G12-1 Santa Rosalía. Dirección General de Geografía. México.





## CAPITULO 3

# CLIMATOLOGIA

*ROCIO CORIA B.*

### **Resumen**

Para la descripción climática general de los oasis se seleccionaron estaciones climatológicas cercanas a ellos. Se obtuvieron registros de temperaturas y precipitación de un período mayor a diez años. Los resultados obtenidos de la clasificación climática de Köppen modificada por García muestran que todos ellos están dentro del grupo de climas secos, dos de ellos en el tipo BS<sub>0</sub> y los seis restantes en los muy secos o muy áridos BW, que corresponden a latitudes mayores. Todos presentan régimen de lluvias de verano aunque con un cierto porcentaje de lluvia invernal y una oscilación anual de la temperatura extrema, que es característico para el estado de Baja California Sur.

Se recomienda llevar a cabo estudios a nivel microclimático dentro de los oasis, tomando en cuenta tanto la superficie del cuerpo de agua como la cubierta vegetal asociada a éste, para establecer las diferencias que se presentan respecto a los valores registrados en el terreno circundante.

### **Abstract**

From the general climatic descriptions of the oases, we selected climatic stations near them. The records of temperature and rain for more than ten years were obtained. The results of the Köppen's climatic classification modified by Garcia show all of them are in the group of dry climates, two in the BS<sub>0</sub> type and six in the BW or very dry, at higher latitudes. All exhibit summer rains, a low percentage of winter rains, and extreme temperature oscillations.

Microclimatic studies in the oases were recommended, considering the water surface and the associated vegetation, to establish the differences with that of their surroundings.

### **Introducción**

En la región noroeste de la República Mexicana las características dominantes del clima son los cambios extremos de temperatura, y una 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 descendentes 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 treinta grados 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 denominada Región del Cabo la mayor cantidad de precipitación es recibida en verano, la cual está generalmente asociada 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. Los ciclones que llegan a tocar directamente la Península originan lluvias torrenciales y vientos fuertes con características de huracán (Latorre y Penilla 1988).

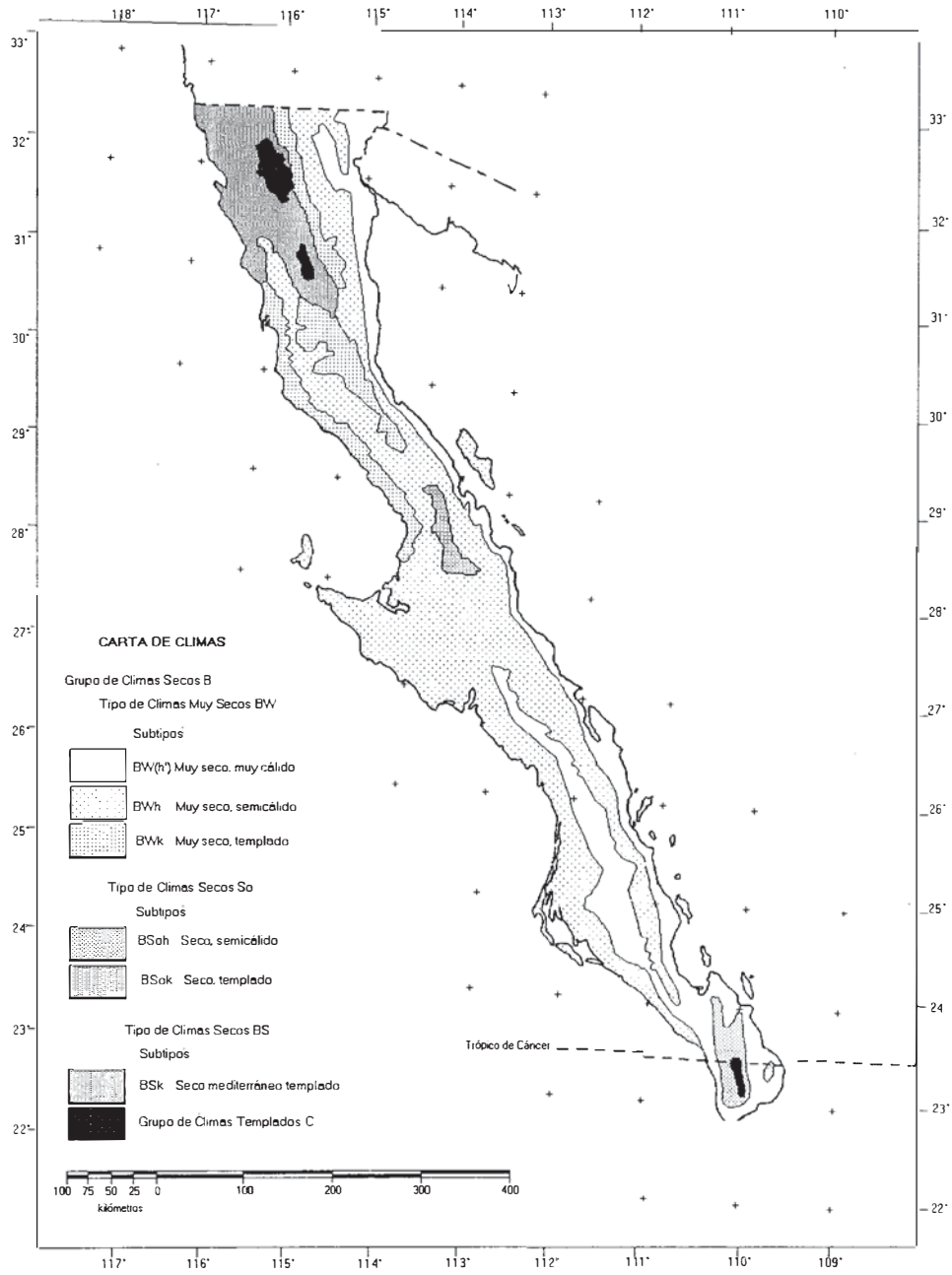
Respecto al factor temperatura, se presentan cifras más elevadas en la costa del Golfo de California que en la del Pacífico, debido a que casi durante todo el año (marzo a noviembre) soplan vientos del oeste que entran cargados de humedad derivada de su paso por el océano, contribuyendo así a refrescar la atmósfera. La altitud también afecta directamente los valores de este parámetro.

En la parte sur de la península de Baja California, el clima presenta muchas variantes debidas a 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 son los elementos que determinan los diferentes tipos climáticos (Figura 1).

## **Metodología**

Para determinar el aspecto climatológico de los oasis que se trabajaron en el estado de Baja California Sur, se ubicaron primeramente en la Carta de Climas (hoja La Paz) escala 1'000,000 (Anónimo 1981) y se seleccionaron las estaciones climatológicas más cercanas a ellos. En total se trabajaron 8 estaciones, correspondiendo cada una a uno de los oasis. Una vez identificadas las estaciones, se recurrió a la Delegación Estatal de la Comisión Nacional del Agua en donde se obtuvieron los registros climáticos disponibles de las mismas. Se obtuvieron los datos promedio mensuales y anuales para los siguientes parámetros: temperatura media, temperatura máxima y mínima extrema y precipitación total anual.



Fuente: Aráoz, 1981. Carta de Climas.

**Figura 1.** Principales tipos y subtipos climáticos de la península de Baja California.

En el Cuadro 1 se presenta la relación de estaciones climatológicas que corresponden a cada uno de los oasis, su ubicación geográfica y altitud. El orden está dado de acuerdo a su ubicación latitudinal.

De las ocho estaciones climatológicas seleccionadas, cinco están ubicadas en un rango no mayor de un kilómetro de distancia con respecto al oasis (\*); las tres restantes van de 3 a 7 km de distancia al cuerpo de agua.

Con los datos promedio se obtuvo la clasificación climática de Koeppen, modificada por García (1981) para cada una de las estaciones.

**Cuadro 1.** Estaciones climatológicas correspondientes a los oasis.

Oasis	Estación	Latitud(N)	Longitud(O)	Altitud(m)
San Ignacio	*San Ignacio	27°17'55"	112°52'30"	150
S.J. Bautista	S.J.B. Londó	26°15'00"	111°30'50"	45
S. Pedro	*La Soledad	24°48'45"	110°48'50"	380
El Pilar	*El Pilar	24°28'30"	111°00'05"	90
San Bartolo	*San Bartolo	23°44'30"	109°50'25"	395
Santiago	*Santiago	23°28'50"	109°42'50"	125
Pta. S. Pedro	Todos Santos	23°27'00"	110°13'10"	40
Boca Sierra	Caduaño	23°19'55"	109°46'50"	180

## Resultados

Las temperaturas media (TM), máxima (TMá) y mínima (TMí) y precipitación (P) media mensual y anual son presentadas para cada oasis. Los datos de temperatura están dados en grados centígrados y los de precipitación en milímetros.

### SAN IGNACIO (50 AÑOS)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
TM	15.5	16.5	18.0	19.6	21.6	24.3	27.7	28.5	27.2	23.2	19.2	16.7	21.5
TMá	29.5	30.9	32.6	34.7	36.7	39.3	40.3	40.7	40.4	38.1	33.8	29.8	35.5
TMí	2.8	3.4	4.5	6.2	7.8	10.1	13.7	15.8	13.1	9.3	5.3	3.6	7.9
P	10.6	7.0	7.3	0.3	0.2	0.0	9.0	16.0	19.9	8.0	6.1	11.6	96.0

**SAN JUAN LONDO (10 AÑOS)**

TM	16.1	16.5	18.5	23.4	24.9	28.5	30.6	30.7	29.1	25.4	20.3	16.0	23.0
TMá	29.8	32.7	34.2	38.6	40.9	42.5	42.6	42.3	41.6	35.9	31.8	31.4	37.0
TMi	3.2	1.8	3.5	6.6	9.7	12.4	18.3	18.5	14.2	11.0	5.3	2.7	8.9
P	16.9	8.4	0.5	1.8	0.0	0.0	16.6	23.0	27.3	7.0	12.1	31.8	145.4

**LA SOLEDAD (14 AÑOS)**

TM	16.0	17.1	18.6	21.3	22.7	26.4	28.1	28.4	26.8	24.2	19.9	16.3	22.1
TMá	29.6	32.3	33.9	36.6	40.9	40.9	40.4	38.8	38.7	36.9	34.2	30.6	36.1
TMi	3.5	4.3	5.5	6.5	8.2	10.3	15.4	17.6	15.0	10.4	6.8	4.3	8.9
P	22.8	11.8	4.6	3.0	0.0	3.7	28.9	76.6	61.4	17.7	14.7	27.8	273.0

**EL PILAR (15 AÑOS)**

TM	16.2	16.6	18.7	20.6	21.7	25.0	27.3	28.2	27.5	24.7	19.5	16.7	21.8
TMá	29.6	31.2	33.3	34.8	35.8	39.4	39.7	40.3	39.0	38.2	33.5	30.8	35.4
TMi	3.6	3.5	5.0	6.5	8.4	10.7	14.9	16.7	16.2	11.1	5.6	3.7	8.8
P	25.5	13.0	4.5	0.4	0.0	0.4	27.1	64.2	35.4	14.6	7.0	20.7	212.8

**SAN BARTOLO (15 AÑOS)**

TM	16.3	15.3	19.8	22.2	24.1	26.8	25.9	25.3	26.6	24.2	19.8	17.2	21.9
TMá	27.9	29.8	31.1	34.0	35.6	37.4	37.5	36.1	36.2	35.4	31.9	28.8	33.4
TMi	5.0	6.2	7.8	10.0	12.0	14.0	17.9	17.3	16.6	13.0	8.8	6.6	11.2
P	16.8	4.5	0.9	0.4	0.0	0.4	33.5	82.4	93.8	48.0	15.6	24.0	320.3

**SANTIAGO (14 AÑOS)**

TM	17.1	17.8	19.5	22.3	24.6	28.7	30.4	30.2	29.2	26.5	21.6	18.3	23.8
TMá	31.0	33.7	36.0	39.0	40.2	41.7	41.3	40.9	39.8	38.4	35.6	31.8	37.4
TMi	3.0	3.1	3.5	6.2	9.4	13.5	19.7	20.3	18.5	12.6	6.3	4.5	10.0
P	26.9	0.7	0.5	0.0	0.0	0.2	39.4	114.0	104.0	48.6	23.7	25.8	383.7

**TODOS SANTOS (43 AÑOS)**

TM	18.9	18.9	18.5	18.9	18.9	20.3	25.3	27.3	27.0	25.6	22.9	20.9	21.9
TMá	34.0	32.5	36.0	38.0	39.0	38.0	38.5	37.0	38.0	37.0	38.0	36.0	36.8
TMi	5.0	6.0	6.0	6.5	8.5	8.0	11.0	14.0	16.5	13.0	2.0	7.0	8.6
P	13.2	5.7	2.4	0.9	1.6	0.4	12.5	35.7	46.4	13.2	6.2	21.2	159.4

**CADUAÑO (44 AÑOS)**

TM	17.2	17.5	19.8	22.2	24.6	27.1	28.4	27.8	26.9	24.6	21.7	19.2	23.1
TMá	31.0	31.7	34.4	36.9	38.7	40.8	40.6	38.8	38.8	37.0	35.1	32.5	36.4
TMi	4.1	3.9	5.7	8.1	10.5	12.6	15.9	16.5	15.9	11.9	8.2	5.3	9.9
P	22.2	5.7	2.1	1.9	0.5	3.0	56.0	112.0	177.3	55.2	11.8	16.7	464.9

La clasificación climática de cada uno de los oasis se describe a continuación (Cuadro 2).

San Ignacio presenta un clima BWhw(x')(e) que es muy árido, semicálido, con lluvias de verano; con porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2; y extremo.

**Cuadro 2.** Datos climáticos de las estaciones correspondientes a los oasis.

Oasis	Estación	Clima	TMed	TMáx	TMín	Ppt.
San ignacio	San Ignacio	BWhw(x') ( e)	21.5	28.5	15.5	96.0
S. J. Bautista	S. J. Londó	BW(h') hw(x') (e)	23.0	30.7	16.1	145.4
S. Pedro Presa	La Soledad	BW(h') hw(x') (e)	22.1	28.4	16.1	273.0
El Pilar	El Pilar	BWhw(x') ( e)	21.8	28.2	16.2	212.8
San Bartolo	San Bartolo	BWhw(e)	21.9	26.8	15.3	320.3
Santiago	Santiago	BS <sub>0</sub> (h') hw (e)	23.8	30.4	17.1	383.7
Pta. S. Pedro	Todos Santos	BWh'(h) w(x') (e)	21.9	27.3	18.5	159.4
Boca Sierra	Caduaño	BS <sub>0</sub> (h') hw (e)	23.1	36.4	9.9	464.9

San Juan Bautista Londó presenta un clima BW(h')hw(x')(e') que es muy árido, con régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2; muy extremo.

La Soledad presenta un clima BW(h')hw(x')(e) que es muy árido, cálido, con régimen de lluvias de verano; porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 y extremo.

El Pilar presenta un clima BWhw(x')(e) que es muy árido, semicálido, con régimen de lluvias de verano; porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 y extremo.

San Bartolo presenta un clima BWhw(e) que es muy árido, semicálido, con régimen de lluvias de verano; porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 y extremo.

Santiago presenta un clima BS<sub>0</sub>(h')hw(e) que es árido, cálido, con régimen de lluvias de verano; porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 y extremo.

Todos Santos presenta un clima BWh'(h)w(x')(e) que es árido, semicálido, con lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2; extremo.

Caduaño presenta un clima BS<sub>0</sub>(h')hw(e) que es árido, cálido, con lluvias de verano; porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2; y extremo.

Del análisis de los datos se observa que dos de los oasis (Santiago y Boca de la Sierra) quedan comprendidos dentro del grupo de climas Áridos o Secos BS<sub>0</sub>, característica debida a su localización en la región tropical del Estado, en donde es recibida mayor cantidad de precipitación. Los otros seis están dentro del grupo de los Muy Secos o Muy Áridos BW. En el caso del oasis Punta San Pedro, al cual le corresponde la estación Todos Santos, a pesar de estar en el mismo rango latitudinal que Santiago y Boca de la Sierra no se presenta la misma condición de

grado de humedad que en éstos, dada la menor altitud del sitio. En todos se presenta un régimen de lluvias típico de verano, aunque con un cierto porcentaje de lluvia invernal, lo cual es característico en la parte sur de la península de Baja California. Todos presentan la característica de ser extremosos, que está dada por la diferencia en temperatura entre el mes más frío y el más caliente, incluso uno de ellos, San Juan Bautista Londó, es muy extremoso.

### Discusión

En este capítulo se describen de manera general las condiciones climáticas que se presentan en cada uno de los oasis estudiados. Es importante señalar que el clima no es el factor que está determinando o condicionando la presencia de estos sitios en el estado de Baja California Sur, aunque desde luego, algunos de sus elementos puedan contribuir a su permanencia. Por ejemplo, la cantidad de lluvia aportada por algún fenómeno meteorológico, como un huracán.

Se debe tomar en cuenta que estos oasis tienen su origen en corrientes subterráneas, que en algún momento de su trayectoria encontraron condiciones que les permitieron emerger a la superficie, ya sea en forma de cuerpos de agua permanentes o temporales, de diferentes dimensiones, o permanecer cerca del nivel del suelo, creando condiciones adecuadas para el establecimiento de diferentes comunidades bióticas.

Los denominados "oasis" presentan condiciones microclimáticas diferentes a su entorno, dadas tanto por la presencia de un cuerpo de agua como por el establecimiento de comunidades vegetales que determinan que los elementos del clima tales como temperatura, humedad, viento, etc., se comporten de manera diversa, presentando un rango de variación dependiendo de la cercanía a la cubierta vegetal. Las condiciones microclimáticas dentro de los oasis no fueron determinadas directamente, pero varios autores, entre ellos Taha *et al* (1991) determinaron que en promedio, bajo la cubierta vegetal puede haber hasta dos grados menos de temperatura en el día e incluso detectaron depresiones de más de seis grados en la época de otoño. Sebba *et al* (1984) concluyen que durante el verano (agosto) la temperatura cerca de la cubierta vegetal puede ser hasta un grado menor que en espacios abiertos. Daveport y Hudson (1967a, 1967b) estudiando los cambios en la evapotranspiración, concluyeron que ésta es máxima en el límite de la cubierta vegetal y se va reduciendo hasta en un 2% por kilómetro hacia el centro de la misma.

Lo anterior permite inferir que en los oasis en donde se encuentra vegetación asociada al cuerpo de agua y en segundo término un palmar, las condiciones microclimáticas son más benignas que las que se presentan por ejemplo en el matorral circundante. La presencia de una cortina formada por palmas es suficiente para mantener una temperatura más baja dentro del oasis ya que el aire es enfriado por evapotranspiración de la cubierta vegetal y del cuerpo de agua y por el contacto con el suelo más fresco de este mismo microambiente.



Sólo para cinco de los oasis estudiados se considera que la estación climatológica, por su cercanía, refleja las condiciones presentes en el área en la que se encuentra establecido el matorral que bordea la vegetación propia del oasis. Sin embargo, para los otros tres oasis, las condiciones climáticas no deben ser muy diferentes a las que se reportan, ya que en todas ellas se aprecia el carácter de aridez y oscilación térmica anual extrema que son propias de todo el Estado.

Lo anterior permite sugerir que se lleven a cabo estudios a nivel microclimático en los oasis del Estado, para poder determinar los cambios en los elementos climáticos debidos tanto al tamaño del cuerpo de agua como a la vegetación asociada dentro de estos sistemas, con respecto a su entorno.

### Literatura Citada

- Anónimo, 1981. Carta de Climas. Hoja La Paz. Escala 1: 1'000000. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- Davenport, D.C. y Hudson, J.P. 1967 a. Changes in evaporation rates along a 17 km transect in the Sudan gezira. *Agricultural Meteorological* 4: 339-352.
- Davenport, D.C. y Hudson, J.P. 1967 b. Meteorological observations and Penman estimates along a 17 km transect in the Sudan gezira. *Agricultural Meteorological* 4: 405-414.
- García, E. 1973. Apuntes de Climatología. Según el Programa vigente en las carreras de Biólogos U.N.A.M.; de la E.N.E.P. de Cuautitlán, U.N.A.M. y de la Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 153 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México, D.F. 252 pp.
- Latorre, D. C. y L. Penilla. 1988. Influencia de los ciclones en la precipitación de Baja California Sur. *Atmósfera* 1(2): 99-112.
- Reyes, C. S. y P. Rojo S. 1985. Variabilidad de la precipitación en la Península de Baja California. *Revista Geofísica* 22/23: 111-128.
- Sebba, R., R. Enis y M.E. Hoffman. 1984. The Kibbutz landscape in arid zones. *Energy and Buildings*. 7:205- 211.
- Taha, H., H. Akbari y A. Rosenfeld. 1991. Heat Island and Oasis effects of vegetative canopies: micro-meteorological field-measurements. *Theoretical and Applied Climatology*. 44: 123-138.

## CAPITULO 4

# BALANCE HIDROLOGICO Y ANALISIS DE LA ARIDEZ

*SARA DIAZ Y ENRIQUE TROYO*

### **Resumen**

En Baja California Sur, las corrientes superficiales se observan únicamente en épocas de lluvias, por lo que son de naturaleza intermitente y de rápido escurrimiento, desembocando frecuentemente en el mar. Parte de ese fluctuante escurrimiento se retiene por algún tiempo mediante obras hidráulicas como presas, bordos y diques de gavión, lo que permite realizar actividades agropecuarias y domésticas. También existen algunos manantiales cercanos a zonas montañosas, en formaciones rocosas y encañonadas. Sin embargo, debido a diferentes condiciones, los acuíferos en el Estado se encuentran en su mayoría sobreexplotados. En este trabajo se hace un análisis del balance hidrológico y de la aridez de ocho oasis, y se proponen medidas de uso sustentable y conservación del recurso hidrológico en estos cuerpos de agua.

### **Abstract**

Baja California Sur evidences surface water streams only during the rainy season, showing an intermittent nature and fast runoff towards the sea. Part of this runoff is temporarily stored by hydraulic constructions, such as dams, borders, and dikes. In rural villages water availability allows agricultural and domestic uses. Some springs also exist near the mountainous zones, flowing through formations. The aquifers in this state are overused in their majority. In the present study, we calculated a hydrologic balance, and carried out an aridity analysis of eight oases. We propose strategic activities for water conservation in such water reservoirs.

### **Introducción**

Los oasis son depresiones fértiles, generalmente saturadas de agua y rodeadas de desierto o tierras estériles, frecuentemente asociados a pequeños núcleos de población; o bien, manantiales subsuperficiales que interceptan la superficie del terreno. La fertilidad del suelo asociado a los oasis se debe en gran medida a la presencia de agua aportada por dichos manantiales y a la naturaleza del suelo transportado por los escurrimientos (Budiko 1974). Dado que los oasis son cuerpos de agua que facilitan el establecimiento y desarrollo de palmares y otros tipos de vegetación, representan para numerosas localidades un recurso con importancia económica, ya que con frecuencia sustentan diversas actividades productivas. La naturaleza y dispersión de los oasis en Baja California Sur se

deben a las características geológicas e hidroclimáticas de la región. Aún cuando es notoria la presencia de oasis en el medio rural, la magnitud de su extensión e influencia hidrológica es sumamente limitada, por lo que únicamente benefician algunos centenares de hectáreas a su alrededor, en el mejor de los casos. Cabe hacer notar que la influencia de algunos de ellos sólo se refleja en escasas decenas de hectáreas, beneficiando pequeñas comunidades. Es claro que la escasez de agua de las principales ciudades y zonas agrícolas en el Estado no podrá ser resuelta por los volúmenes de agua disponibles en los oasis, por su misma dispersión y alejamiento. En algunas zonas o localidades, el déficit de agua es subsanado mediante el bombeo de agua desde pozos, abastecidos por aguas subterráneas distantes, o por otras formaciones acuíferas.

En gran medida, el limitado desarrollo industrial y agropecuario que presenta Baja California Sur se debe a la escasa disponibilidad del recurso agua. En las condiciones semiáridas del Estado no existen cuerpos de agua superficial, como ríos o lagunas (Martínez 1981). En este sentido, es claro que los oasis son los cuerpos de agua que sostuvieron a las tribus indígenas y donde se instalaron las misiones. En la actualidad, se encuentran asociados con asentamientos humanos y actividades productivas como la agricultura, ganadería, minería, turismo y pesca.

Desde el punto de vista hidrogeológico, se estima que los acuíferos que alimentan a los oasis, y en general a las obras de captación en el Estado, presentan una sobreexplotación de 242.2 millones de m<sup>3</sup> (INEGI 1996). Dicho volumen deficitario varía año con año, dependiendo de la cantidad de precipitación total anual. La escasez de agua en las cuencas hidrológicas de B.C.S., se manifiesta en los valles del suroeste en la costa del Pacífico, a lo largo de los cañones y cauces de la costa del Mar de Cortés y en los valles extendidos y cuencas del norte del Estado. La topografía irregular, con sus pronunciadas pendientes que impiden una adecuada retención e infiltración del agua, tornan difícil la captación y almacenamiento del agua, sea para usos domésticos o productivos.

En el Estado prácticamente no existen tierras destinadas a la agricultura de temporal, por lo escaso y aleatorio de las precipitaciones, las cuales alcanzan un promedio anual de 160 mm (García 1981). Son los pequeños valles del suroeste (costa del Pacífico) y del sureste (costa del Mar de Cortés) los que presentan una precipitación relativamente mayor. Las microcuencas que corresponden a estos valles están localizadas en el área de influencia de la Sierra de La Laguna, donde se ubica la única zona boscosa del Estado.

Con el objeto de realizar estimaciones comparativas entre diferentes zonas áridas y semiáridas, desde mediados de siglo se han formulado una gran variedad de modelos numéricos empíricos de aridez, en notables esfuerzos para cuantificar y registrar históricamente este fenómeno. A tales estimadores de aridez se les denomina "índices de aridez"; dicho término fue propuesto por Thornthwaite en 1948 (Stadler 1987). En este punto, cabe aclarar que los climas desérticos y

semidesérticos son generalmente definidos en términos de baja precipitación y humedad. Por lo anterior, una representación numérica adecuada de la aridez debe reflejar claramente una condición de escasez de agua. Con el fin de obtener resultados que reflejen el carácter hidrometeorológico de los oasis, parte de este trabajo se dedica a la evaluación de las tendencias de la aridez y del índice de humedad de los oasis. Dada la importancia de los oasis como recurso hidrológico para el Estado, en este trabajo se presenta asimismo una evaluación de la situación actual en la que se encuentran ocho oasis con base en su balance hidrológico. Los oasis estudiados son San Ignacio, San Juan Bautista Londó, El Pilar, San Pedro de la Presa, Punta San Pedro, San Bartolo, Santiago y Boca de la Sierra.

Los objetivos del presente trabajo fueron: (1) describir la naturaleza hidrológica de los oasis y su distribución en Baja California Sur, resaltando su importancia para el sostenimiento de comunidades rurales en B.C.S., (2) describir las características hidrológicas e hidroclimáticas asociadas a los oasis en estudio, (3) proponer y aplicar modelos para la identificación de las épocas de mayor sequía, (4) estimar el balance hidrológico de los oasis, y (5) proponer medidas de uso sostenible y de conservación del agua.

## **Antecedentes**

### **Hidrología Subterránea**

En el estado de Baja California Sur, la gran mayoría de los depósitos de agua subterránea tienen un comportamiento geohidrológico de tipo libre, aunque hay algunos depósitos de tipo confinado y semiconfinado. Los acuíferos están incluidos litológicamente en secuencias granulares no consolidadas y en material consolidado constituido por rocas sedimentarias y volcanoclásticas. Geocronológicamente, tales materiales acuíferos tienen una edad del Terciario-Reciente (INEGI 1996).

Los manantiales están presentes en zonas montañosas, aflorando frecuentemente a través de formaciones rocosas, donde la permeabilidad secundaria permite la infiltración del agua precipitada, que posteriormente es liberada de manera gradual hacia las zonas topográficas más bajas. Aunque este tipo de fuente de agua dulce no aporta volúmenes significativos, sus afloramientos son un importante aliciente para aquellas comunidades que no cuentan con obras hidráulicas.

Las zonas del Estado que tienen documentado un historial geohidrológico son 15 (INEGI, 1996): 1. Valle del Vizcaíno, 2. Valle las Vírgenes, 3. Valles del Noroeste, 4. Valle de Mulegé, 5. Valle San Juan Bautista Londó, 6. Valle Loreto-Puerto Escondido, 7. Valle de Santo Domingo, 8. Valle El Conejo-Los Viejos, 9. Valle de La Paz, 10. Valle El Carrizal, 11. Valle de San Juan de los Planes, 12. Valle de la Matanza, 13. Valles del Suroeste, 14. Valle de Santiago y 15. Valle de San José del Cabo.

## Hidrología Superficial

Las corrientes superficiales son de carácter intermitente, ya que únicamente se presentan en períodos de lluvias abundantes, dado que la mayor parte del año la mayoría de los arroyos están secos. En zonas áridas y semiáridas siempre existe la posibilidad de que ocurran períodos en los que el agua no corra por ellos durante varios años (Nelson 1966). La precipitación pluvial intensa y de corta duración, la orografía, baja permeabilidad de laderas de colinas, montañas y serranías, y la pendiente del suelo, originan que las corrientes superficiales sean de rápido escurrimiento.

Las corrientes que desembocan en el Mar de Cortés son de corto recorrido y pendiente elevada, lo cual se debe al relieve escarpado de esta vertiente, en contraste con la pendiente más suave que se presenta hacia la vertiente del Océano Pacífico.

La parte más árida de la Península se encuentra entre los 30° y cerca de los 24° de latitud norte. En la referida área no hay corrientes que desemboquen en las costas del Pacífico, excepto durante la ocurrencia de lluvias extraordinariamente intensas (Nelson 1966).

En cuanto a la hidrología superficial, de acuerdo a los intervalos de escurrimiento, el estado de Baja California Sur se divide en cuatro regiones hidrológicas (Fig. 1): R.H.2, Baja California Centro-Oeste (Vizcaino); R.H.3, Baja California Sur Oeste (Magdalena); R.H.5, Baja California Centro-Este (Santa Rosalía) y R.H.6, Baja California Sur-Este (La Paz).

## Metodología

Con base en la información reportada por INEGI (1996), se realizó una descripción de la hidrología superficial de las cuencas correspondientes a los oasis. Para el análisis de la aridez de los oasis del Estado se realizó el cálculo del índice de aridez según Troyo *et al.* (en prensa), mientras que para el índice de humedad se aplicó el modelo de Bailey (1979). En ambos casos se utilizaron los datos de precipitación total mensual y temperatura media mensual, desde el inicio de operación de cada una de las estaciones climatológicas más cercanas a los oasis hasta 1990. Asimismo, los oasis se agruparon según la Región Hidrológica a la que pertenecían.

Se aplicó la metodología del balance hidrológico consistente en estimaciones de aportaciones hidrológicas y demandas potenciales del uso de agua (Hiriart y Monobe 1980). Dichas estimaciones se basaron en el área de la cuenca de captación (la cual se estimó con base en los mapas topográficos 1:50,000, para cada oasis), precipitación anual (obtenida de las estaciones climatológicas más cercanas a cada oasis) y factores de escurrimiento (de acuerdo con Hiriart y Monobe 1980). Con los datos anteriores se calculó el volumen medio anual

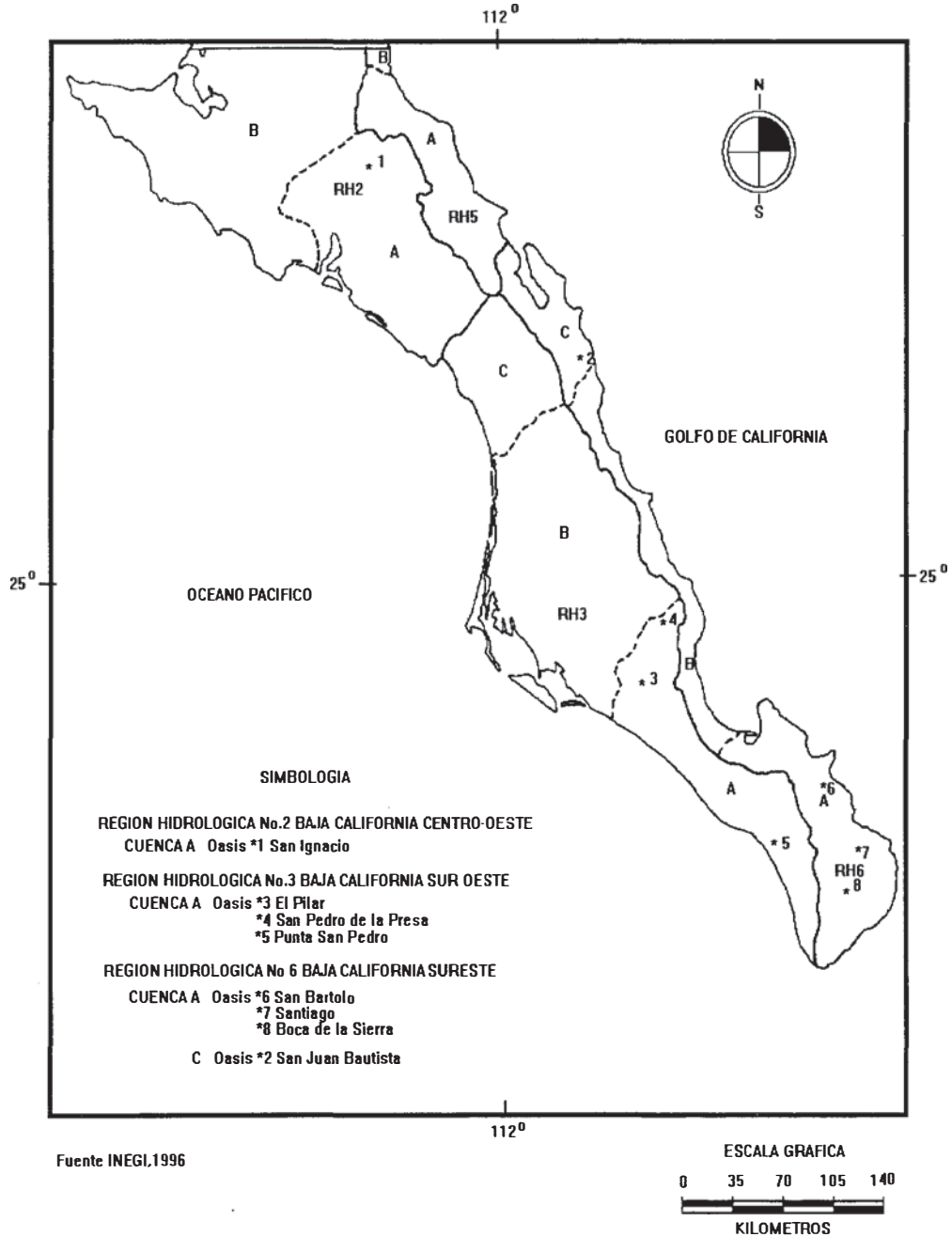


Figura 1. Regiones hidrológicas de Baja California Sur y ubicación de los oasis estudiados.

aprovechable neto (VAN) (Van der Leeden *et al.* 1991). La demanda calculada se comparó con la estimación de las aportaciones, con el objetivo de realizar el balance hidrológico. De esta manera se obtuvo la información hidrológica fundamental para evaluar si el volumen de agua aportado al oasis se encuentra en equilibrio hidrológico o en sobreexplotación.

## Resultados y Discusión

Los resultados se presentan de acuerdo a la región hidrológica a la que pertenece cada oasis.

I. Región Hidrológica 2 Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno). En esta región se ubica el oasis estudiado más al norte del estado (Fig. 1).

I.1. Oasis San Ignacio.- Se encuentra en la zona de menor captación hidrometeorológica, con escaso escurrimiento superficial. El arroyo San Ignacio en la cuenca "A" representa una de las corrientes superficiales más importantes de la región teniendo su origen en la Sierra La Yegua. Un manantial brota justo en el basamento del arroyo San Ignacio, adyacente a la población, y fluye a lo largo de varios kilómetros aguas abajo, siguiendo la topografía del cañón para filtrarse en el sustrato arenoso, antes de llegar al borde del desierto del Vizcaíno. El oasis de San Ignacio se localiza en medio de una gran meseta de lava.

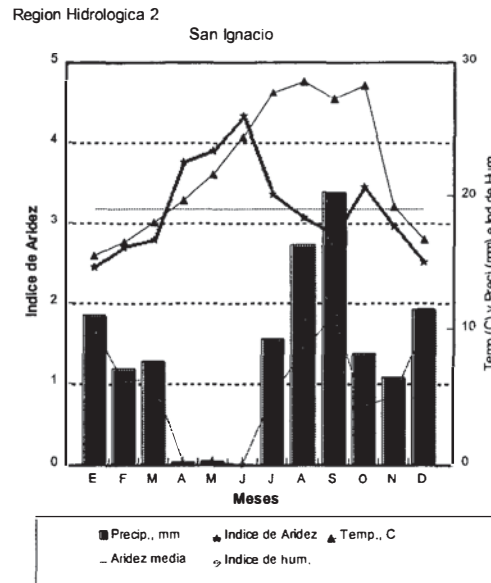
En ese sitio, la época de secas ocurre de abril a junio, dado que el índice de humedad promedio presentó los valores más bajos del año precisamente en esa época (0.07) y una aridez superior a la media (3.17), lo que también ocurre en el mes de octubre (Fig. 2a).

De acuerdo con los datos reportados por la Comisión Nacional del Agua (Cuadro 1), el oasis tiene una condición de disponibilidad limitada, pero de acuerdo con el balance hidrológico, se observó que para este oasis el VAN es superior a la demanda, con una disponibilidad de 4100 Mm<sup>3</sup> (miles de metros cúbicos) anuales (Cuadro 2).

II. Región Hidrológica 3 Baja California Sur-Oeste (Magdalena).

El clima presenta un patrón de precipitación bimodal, con el mayor porcentaje de lluvias de julio a octubre. El escurrimiento es inexistente durante el período de noviembre a junio. En esta región se ubican los oasis de San Pedro de La Presa, El Pilar y Punta San Pedro (Fig.1).

II. 1. Oasis San Pedro de la Presa.- Se localiza al norte de la cuenca "A" (Fig.1). Esta cuenca está drenada por corrientes de tipo intermitente, siendo el arroyo Venancio uno de los más importantes, con origen al oeste de la localidad Evaristo. La corriente es sinuosa con direcciones norte a sur y este a oeste; en esta cuenca se han realizado pequeñas obras que permiten retener el agua durante un cierto tiempo, para ser utilizada en actividades agropecuarias a muy baja escala.



**Figura 2a.** Climograma y cálculos de los índices de aridez y humedad para el oasis de San Ignacio ubicado en la Región Hidrológica 2.

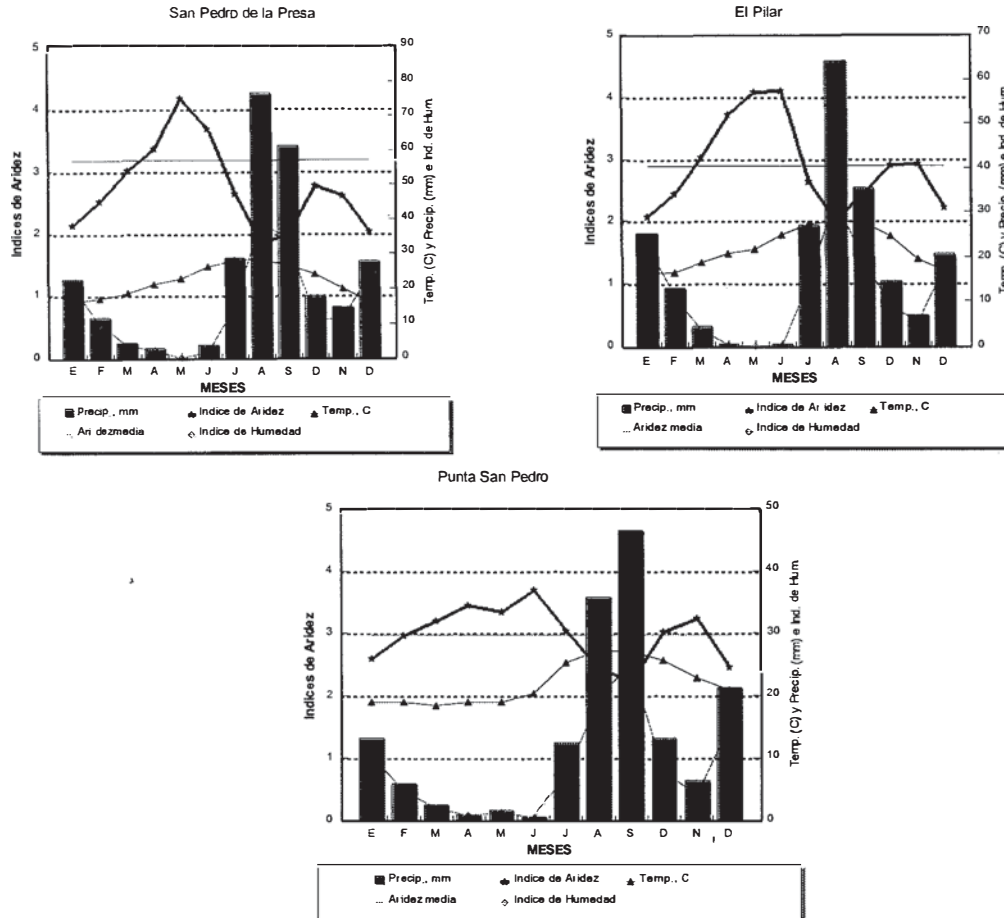
Los meses que presentan una aridez mayor a la media van de abril a junio (Fig. 2b). De acuerdo con la Cuadro 1, la disponibilidad de agua es muy limitada y conforme a los resultados del balance hidrológico realizado (Cuadro 2) se deduce que éste es uno de los oasis con menor VAN ( $286.7 \text{ Mm}^3$ ); sin embargo, como la demanda estimada también es baja ( $220.6 \text{ Mm}^3$ ), se concluye que las condiciones hidrológicas presentan equilibrio, con una disponibilidad limitada de  $66 \text{ Mm}^3$ . Cabe mencionar el grave riesgo hidrológico que representa la introducción de la planta ornamental *Cryptostegia grandiflora*, proveniente de regiones tropicales, dado que su índice transpirativo puede afectar drásticamente la disponibilidad de agua para fines domésticos o productivos.

II.2. Oasis El Pilar.- Se localiza en la cuenca "A", drenada por arroyos intermitentes; de ellos, el arroyo "Las Pocitas" origina el oasis "El Pilar". También aquí se han construido pequeñas obras (presas de gavión) para retener el agua.

La disponibilidad de agua del acuífero relacionado con este oasis es nula (Cuadro 1), y su recarga depende únicamente de la precipitación que se presenta en la época de lluvias. El período de mayor aridez ocurre de marzo a junio (Fig. 2b). Para el balance hidrológico, se estimó un VAN de  $380.7$  y una demanda de  $172.1 \text{ Mm}^3$ , resultando una disponibilidad limitada de  $208.6 \text{ Mm}^3$ . Por las condiciones hidro-fisiográficas del paisaje, resulta evidente que dicha disponibilidad es accesible únicamente en la época de lluvias, condición que limita el crecimiento demográfico del núcleo de población dependiente de este oasis.



Region Hidrológica 3



**Figura 2b.** Climogramas y cálculos de los índices de aridez y humedad para los oasis de San Pedro de la Presa, El Pilar y Punta San Pedro ubicados en la Región Hidrológica 3.

II. 3. Oasis Punta San Pedro.- Este oasis se localiza en las cercanías del poblado Todos Santos. En esta región emerge un manantial a corta distancia del mar, aunque no llega a desembocar en el mismo. Es el único oasis en el que los valores de índice de aridez son menores a cuatro, el cual representa un valor de elevada aridez. Sin embargo, presenta dos períodos de aridez mayor a la media que van de marzo a julio y de octubre a noviembre (Fig. 2b). Según las estimaciones realizadas, su condición de balance hidrológico es de déficit hídrico, con posibilidad de contar con disponibilidad de agua únicamente en años con

**Cuadro 1.** Características geohidrológicas de los acuíferos en los que se encuentran los oasis estudiados. (Información proporcionada por la CNA).

Oasis	Calidad del agua	Uso	Condición de explotación
San Ignacio 2A (1)	Dulce a tolerable	86 % Agrícola	Disponibilidad limitada
S. Juan B. Londó 6C (5)	Dulce a salada	Agropecuario y doméstico	Escasa disponibilidad
El Pilar 3A	Dulce a tolerable	Agrícola y pecuario	Nula disponibilidad
S.P. de la Presa 3A	Dulce a tolerable	Agrícola y pecuario	Disponibilidad limitada
Punta San Pedro 3A (12)	Dulce a tolerable	Agropecuario y doméstico	Disponibilidad limitada
San Bartolo 6A (14)	Dulce	Agropecuario y doméstico	Disponibilidad limitada
Santiago 6A (14)	Dulce	Agropecuario y doméstico	Disponibilidad limitada
Boca de la Sierra 6A (15)	Tolerable	Agropecuario y doméstico	Subexplotado

En la primera columna se incluye el nombre del oasis, la región hidrológica a la que pertenece y la zona geohidrológica se señala entre paréntesis.

**Cuadro 2.** Balance hidrológico de los oasis.

OASIS	PP (mm/año)	Area (Km <sup>2</sup> )	VAN (Mm <sup>3</sup> )	Dem (Mm <sup>3</sup> )	Disp. (Mm <sup>3</sup> )
San Ignacio	98	1677.9	9200	5050	4145
San Juan B.Londó	145.4	63.54	1571	3386.3	-1815.3
S.P. de la Presa	273.06	18.75	286.71	220.62	66.09
El Pilar	212.8	29.82	380.74	172.05	208.69
San Bartolo	20.3	10.42	186.76	779	-592.2
Punta San Pedro	159.4	9	80.31	101	-20.69
Santiago	383.7	182.78	3927.4	2775.6	1151.9
Boca de la Sierra	416.1	50.42	1169.7	1347.7	-178

PP, precipitación; VAN, volúmen medio anual aprovechable neto; Dem, demanda anual; Disp., disponibilidad anual estimada. (el signo negativo indica déficit de agua hidrometeorica).

precipitación extraordinaria (Cuadro 1). Debido a que el área de la cuenca ( $9 \text{ km}^2$ ) es la menor de todos los oasis (Cuadro 2), su VAN también es el más bajo ( $80.31 \text{ Mm}^3$ ), presentando un déficit de  $20 \text{ Mm}^3$ , al considerar posibles usos potenciales (domésticos, de riego en 10 ha y ganadería a baja escala). Cabe mencionar que el agua disponible en el cuerpo del oasis es salobre, lo cual limita la posibilidad de utilización en actividades productivas.

III. Región Hidrológica 5. Baja California Centro-Este (Santa Rosalía). Ninguno de los oasis estudiados se localizaron en esta región (Fig. 1).

IV. Región Hidrológica 6. Baja California Sur-Este (La Paz).

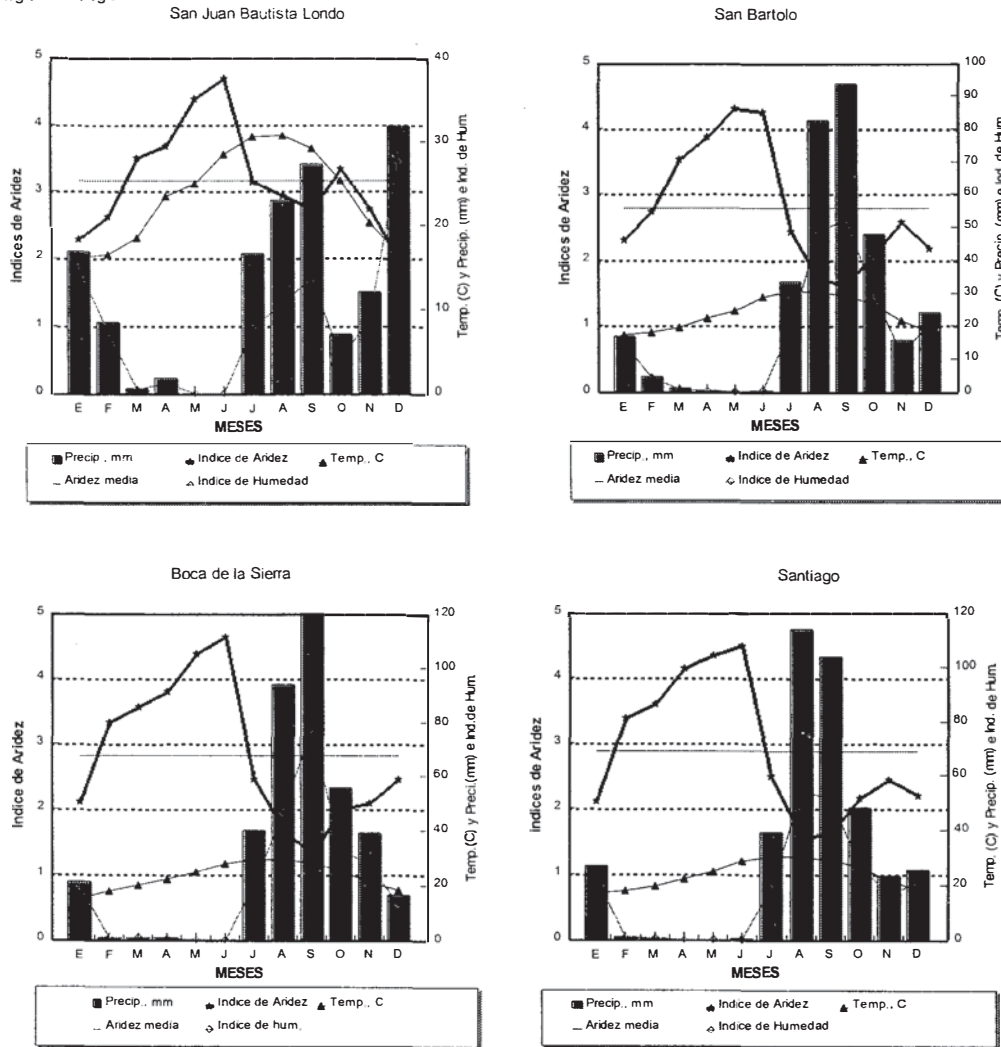
Esta región abarca la mayor parte de la vertiente del Mar de Cortés y es donde se localizan los oasis de San Juan Bautista Londó, San Bartolo, Santiago y Boca de la Sierra. En esta parte de la Península se encuentra un macizo montañoso que recibe los volúmenes de precipitación más altos del Estado. Consecuentemente, esta área tiene un suministro de agua superficial y subterránea más abundante (Nelson 1966). Cabe mencionar que el oasis San Juan Bautista Londó se encuentra dentro de esta Región Hidrológica según criterios de hidrología cartográfica, aunque de acuerdo con los criterios hidro-climáticos y de fisiografía del paisaje, pudiera considerarse dentro de la Región Hidrológica 2.

IV. 1. Oasis San Juan Bautista Londó.- Se localiza en la cuenca "C" donde existen arroyos de corta trayectoria y de pequeños cauces que desembocan en el Golfo de California. Este oasis presenta condiciones diferentes a los otros oasis de la región, ya que se encuentra mucho más al norte, recibiendo volúmenes de precipitación muy bajos (Fig. 2c). Este oasis presenta el valor promedio más alto de aridez (3.2), con máximos de marzo a julio.

Las condiciones de explotación del oasis indican que la disponibilidad del agua es limitada (Cuadro 1); de acuerdo con el balance hidrológico realizado, se estima que el VAN es relativamente alto ( $1,571 \text{ Mm}^3$ ). Sin embargo, debido a que el agua está siendo utilizada por establecimientos turísticos, agrícolas y ganaderos, prácticamente la totalidad de la disponibilidad está comprometida, observándose un déficit de  $1,815 \text{ Mm}^3$ , el cual es subsanado mediante la operación de equipos de bombeo en pozos de uso agrícola. La hidro-fisiografía del paisaje, el relieve y la vegetación establecida conforman una apariencia generalizada de sobreexplotación hidrológica de este oasis. Es en este oasis donde la población sustentada por el mismo emigró hacia la zona turística de Loreto, ante los efectos negativos de las sequías y la falta de planeación del medio rural.

IV.2. Oasis San Bartolo.- En este oasis la cantidad de agua, aunque varía de acuerdo con la época del año, es ahora mucho menor de la existente en los 50's, de acuerdo con lo comentado por los pobladores del lugar. El oasis está formado por un manantial que nace en el cauce de un arroyo temporal, con suministros de agua significativos en la época de lluvias. La hidrogeología de la cuenca indica que el manantial principal es alimentado por aportaciones provenientes de fisuras

Región Hidrológica 6



**Figura 2c.** Climogramas y cálculos de los índices de aridez y humedad para los oasis de San Juan Bautista Londó, San Bartolo, Santiago y Boca de La Sierra en la Región Hidrológica 6.

y grietas (permeabilidad secundaria). Por las mismas escurren caudales de agua provenientes de un acuífero semiconfinado emplazado en el cerro La Campana.

El volumen de precipitación es de los más altos del Estado, presentándose la época de mayor aridez de marzo a junio (Fig. 2c). Debido a que la demanda de agua para uso agropecuario es muy elevada, la disponibilidad de ésta para actividades de expansión es nula. Según el balance hidrológico y por lo cerrado de la cuenca, el VAN se estimó en  $186.8 \text{ Mm}^3$ , calculándose las demandas potenciales en  $779 \text{ Mm}^3$ , resultando un déficit hidrológico de  $592 \text{ Mm}^3$ . Aunque dicho déficit pudiera subsanarse mediante la perforación de pozos de agua, se estima que por lo reducido del área de la cuenca, las aportaciones y recargas de origen hidro-meteorico son limitadas, dependiendo principalmente de la vida útil del acuífero del cerro La Campana.

IV. 3. Oasis Santiago.- En la pendiente este de la Sierra de La Laguna, nace el arroyo de Santiago que llega al pueblo del mismo nombre. Anteriormente existía un pequeño lago, el cual ya se secó; sin embargo, el agua freática se encuentra cercana de la superficie, variando su nivel de acuerdo con la época de año. Los indicadores hidrogeológicos y de superficie sugieren que dicho lago se azolvó posiblemente por efecto de las actividades agrícolas y ganaderas desmesuradas, asociadas al oasis. Asimismo, por la ocurrencia de eventos ciclónicos extraordinarios, los cuales originaron caudales que alteraron la topografía e hidrología original. Aunque el volumen de precipitación es comparativamente alto, el período de sequías y las altas temperaturas ocasionan que se presenten valores mayores al promedio de aridez de febrero a junio (Fig. 2c).

Dado que la cuenca de este oasis abarca los arroyos de San Jorge y Agua Caliente, su cuenca es la mayor de todos los oasis, reflejándose esto en el valor más alto de VAN ( $3,927.40 \text{ Mm}^3$ ). Ello permite que el balance hidrológico sea positivo, aún cuando las extensiones dedicadas al cultivo son abundantes. Se estimó una demanda potencial en  $2775.6 \text{ Mm}^3$ , resultando una disponibilidad de  $1152 \text{ Mm}^3$ .

IV. 4. Oasis Boca de la Sierra.- En este oasis el agua es permanente, siendo uno de los que presenta mayor volumen del líquido y donde se presentan los mayores volúmenes de precipitación (Fig. 2c). El índice de aridez promedio es el menor de todos los oasis, siendo la época de mayor aridez de febrero a junio. Se estimó un VAN de  $1169.7$  y una demanda de agua para usos potenciales de  $1347.7$ , resultando un déficit de agua hidro-meteorica de  $178 \text{ Mm}^3$ . Cabe mencionar que este oasis no depende exclusivamente de las aportaciones por concepto de precipitación y escurrimiento eventual, sino que es alimentado por escurrimientos subsuperficiales y subterráneas de formaciones hidrogeológicas relacionadas con la Sierra de La Laguna. Por lo anterior, dicho déficit hidro-meteorico no impacta las actividades productivas que actualmente se llevan a cabo en las áreas productivas adyacentes al oasis.

## **Conclusiones**

Las fluctuaciones del clima y los períodos de aridez, debidos a la escasa precipitación en la entidad, determinan que durante la mayor parte del año no fluya agua superficial de manera constante y en volúmenes significativos; asimismo, ocasionan también que la recarga de los acuíferos sea mínima. Aunado a lo anterior también están las actividades humanas.

La influencia destructiva, o menos drásticamente "no conservacionista", que el hombre ejerce gradualmente sobre el ambiente como consecuencia del incremento de la población y del uso immoderado de técnicas mejoradas de explotación, son ciertamente las causas principales de la desertificación. Este fenómeno es patente en el oasis de San Juan Bautista Londó, en donde las actividades agropecuarias que se realizaban con el agua de este oasis se redujeron casi en su totalidad. En el acuífero que alimenta este oasis operan diez pozos, los cuales se destinaron para abastecer la zona turística de Loreto-Nopoló mediante el acueducto San Juan Bautista Londó-Loreto-Nopoló.

Diferentes dependencias relacionadas con el sector hidráulico han realizado esfuerzos para aprovechar el agua superficial. Como prueba de ello destacan nueve presas derivadoras destinadas a la agricultura, sesenta y seis bordos para captación de escurrimientos, veintiseis manantiales son utilizados para uso doméstico, abrevadero y riego, y diversos diques de gavión para el control de avenidas y azolves. Sin embargo, dichas obras no han sido suficientes, en número y distribución espacial, para evitar el drástico abatimiento en la disponibilidad del recurso hidrológico, debido a las sequías de los últimos años y al aumento en la demanda del agua.

En el caso de los oasis que sustentan actividades agrícolas, debido a que la limitante es la disponibilidad de agua, sólo se podrá incrementar la superficie sembrada en la medida en que se ahорren volúmenes por alta tecnificación en las áreas de riego. Aunado a lo anterior también se deberán promover cambios en el patrón de cultivos por aquellos de menor consumo de agua e incrementar el uso de aguas residuales tratadas.

## **Agradecimientos**

Deseamos expresar nuestro reconocimiento al personal de la Administración del Agua de la Comisión Nacional del Agua en B.C.S. por la información proporcionada.

## **Literatura Citada**

Budyko, M.I. 1974. *Climate and Life*. New York y Londres: Academic Press. International Geophysics Series, 18: 525 pp.

- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. México 252 pp.
- Hiriart, B.F. y J.A. Monobe. 1980. Manual para proyectos de pequeñas obras hidráulicas para riego y abrevadero. Tomo I Colegio de Posgraduados. SPP. 251 pp.
- INEGI. 1996. Estudio Hidrológico del estado de Baja California Sur. INEGI. México. 206 pp.
- Martínez, B.A. 1981. La Ganadería en Baja California Sur. Volumen I. Editorial J.B. La Paz, B.C.S. México 229 pp.
- Stadler, S.J. 1987. Aridity indexes. En: Oliver, J.E. y Fairbridge, R.W. (Eds), The Encyclopedia of Climatology. pp. 102-107. Encyclopedia of Earth Sciences, Vol XI. New York: Van Nostrand Reinhold. 986 pp.
- Troyo-Dieguez, E.,B. Murillo-Amador y S. Díaz. 1997. Calibration and application of a proposed aridity index based on rainfall and air temperature parameters for semiarid lands. Journal of Hydrology. En prensa
- Van der Leeden, F.,Troise, F.L. y Todd D.K. 1991. The water encyclopedia. Second Edition. Lewis Publishers. Estados Unidos. 808 pp.





## CAPITULO 5

### EDAFOLOGIA

YOLANDA MAYA, ENRIQUE TROYO Y ALEJANDRA NARANJO

#### Resumen

En el presente capítulo se analizaron las propiedades físico-químicas de suelos que se encuentran dentro y fuera de varios oasis con diferentes características. Se hicieron descripciones morfológicas de los perfiles en pozos a cielo abierto y se colectaron muestras de cada capa (114 en total), sobre las que se hicieron análisis físico-químicos en el laboratorio. Entre las propiedades consideradas están la profundidad, el color, la textura, la forma y desarrollo de los agregados, el pH, el contenido de materia orgánica y la conductividad eléctrica. Los resultados demostraron que los suelos sometidos a la influencia de la humedad del oasis tienen propiedades diferentes a las de los suelos de las zonas aledañas. Las principales diferencias en los suelos dentro de los oasis con respecto a los de los alrededores fueron una mayor estructura de los agregados y el contenido de materia orgánica, así como la presencia de horizontes desarrollados. El efecto más evidente de la acción de la humedad sobre el suelo fueron señales de procesos de hidromorfismo. Se concluye que el efecto de la humedad de los oasis sobre el suelo es marcado, independientemente incluso de las dimensiones del oasis.

#### Abstract

The physical and chemical properties of the soils in the oases of Baja California Sur are described in this chapter. *In situ* morphological descriptions of soil profiles in the oases and in the surrounding ecosystems were made to analyze the geologic and edaphic relationships. Soil descriptions were made and samples were obtained for lab analysis of every well-differentiated layer in all bore holes. We did soil analyses on 114 samples. The soil properties analyzed were total depth, color, texture, structure and development of aggregates, pH, organic matter content, and electrical conductivity. The results suggest the soils in oases have different properties with those of their surroundings. The soils in oases have a more aggregated structure, a higher organic matter content, and more differentiated layers. The impact of hydrologic processes were evident in the oases soils, showing a clear hydromorphism. We conclude the effects of water on the development of soil in oases are relevant, regardless of the size of the oasis.

## **Introducción**

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre y está formado por elementos minerales provenientes de la intemperización de las rocas y por materia orgánica proveniente en su mayor parte de la vegetación que sustenta.

Entre los principales factores que intervienen en la formación del suelo se encuentran el material parental, el clima, la cubierta vegetal y la topografía; el tiempo es importante, pues es el marco en el que interactúan dichos factores. De todos ellos, los que más se reflejan en el carácter de los suelos de las zonas áridas son el clima y la cubierta vegetal (Buckman y Brady 1977).

La vegetación en las zonas áridas es escasa debido a la poca humedad y las altas temperaturas prevalecientes, por lo que el aporte de materia orgánica es muy bajo. Es por esta razón que los suelos de las zonas áridas generalmente tienen colores claros (Buckman y Brady 1977). Otra característica de los suelos de las zonas áridas está relacionada con la baja humedad y las altas temperaturas del medio, que impiden el lavado o lixiviación de los minerales, de tal manera que los suelos tienen un alto contenido de cationes intercambiables que se refleja en valores de pH superiores a 7 (U.S.D.A 1985).

En los oasis las condiciones de humedad son diferentes a los de la región aledaña, situación que determina que exista una mayor cubierta vegetal, variaciones de temperatura menos pronunciadas y por lo tanto condiciones de menor evaporación (Fletcher 1961). Como consecuencia, se esperaría que las características físicas y químicas de los suelos de estos sistemas fueran diferentes a las de los suelos de las zonas adyacentes.

En el presente capítulo se analizará la influencia que los oasis han tenido en los procesos edáficos, determinando las características específicas de los suelos. De la misma manera se analizará el papel que han tenido los suelos de la región en la dinámica hídrica de los oasis.

## **Metodología**

Los suelos de los oasis se estudiaron mediante pozos a cielo abierto en los que se describieron tanto las características del paisaje como la geofoma, pendiente, afloramientos rocosos y material parental. También se describieron las características morfológicas del perfil como profundidad, número de capas, fases físicas limitantes, forma, tamaño y desarrollo de los agregados, evidencia de procesos de hidromorfismo y abundancia de raíces, y se colectaron muestras de cada capa. La clasificación de los perfiles se basó en la clave FAO 1968, modificada por CETENAL en 1970 (CETENAL 1975).

Se procesaron 114 muestras de suelo, las cuales se secaron al aire para posteriormente analizarlas en el laboratorio. Las características físico-químicas que se determinaron fueron el color por comparación con las tablas de Munsell

(Munsell 1975), textura por el método del densímetro de Bouyoucos (Bouyoucos 1951), contenido porcentual de materia orgánica por el método de Walkey-Black (Jackson 1982), conductividad eléctrica por lectura en puente de conductividades (Sybron PM-70CB) y pH por lectura directa en el potenciómetro (Beckman 32).

Para cada oasis los muestreos se hicieron en los sitios que se indican en la sección correspondiente. Los oasis analizados fueron:

1. Oasis del primer grupo. Sus dimensiones son relativamente grandes con un cuerpo de agua permanente. Los estudiados fueron el oasis de San Ignacio y el de San José del Cabo.

En el oasis de San Ignacio los muestreos se hicieron en los sitios que aparecen en la Fig. 4 del capítulo 2 y que fueron los siguientes: uno en la zona de inundación, uno en la zona de cultivo, uno en el palmar y dos sobre las mesetas alledañas al valle del oasis, en las vertientes norte y sur respectivamente. También se tomaron muestras de sedimento del fondo del cuerpo de agua.

En el oasis de San José del Cabo los muestreos se hicieron con base en el gradiente de humedad que ha determinado el establecimiento de varios tipos de vegetación bien diferenciables. Los sitios aparecen en la Fig. 5 del capítulo 2 y fueron los siguientes:

- el área de saturación permanente, en la que se encuentra establecido un carrizal de *Phragmites communis* y *Juncus acutus*;
- el palmar de *Washingtonia robusta*;
- la zona agrícola;
- el área sometida a humedad, en la que se ha establecido un bosque espinoso cuya especie dominante es la leguminosa *Pithecellobium dulce*. En esta unidad también se encuentran algunas áreas destinadas al cultivo de árboles frutales.

2. Oasis del segundo grupo. Se caracterizan por ser zonas de humedad mantenidas por mantos freáticos que antiguamente fueron superficiales y permanentes. Se analizó el oasis de Santiago.

Los sitios muestreados fueron los siguientes: a uno y dos km al oeste del borde occidental del oasis; a uno y dos km al este del arroyo Santiago; en la zona de influencia del arroyo Santiago y en la zona de humedad, la cual está dedicada prácticamente en su totalidad al cultivo.

3. Oasis del tercer grupo. Se caracterizan por ser pequeños cuerpos de agua que se encuentran en el lecho de algunos arroyos, los que se analizaron fueron los de El Pilar-Las Pocitas y el de San Pedro de la Presa.

Los puntos de muestreo que se hicieron en el oasis de El Pilar-Las Pocitas fueron los siguientes: en las riberas norte y sur del manantial; a uno y dos km al norte del manantial; a uno y dos km al suroeste, en el pie de monte y en la ladera

del Cerro San Clemente, respectivamente; dentro del palmar y en la zona de cultivo de la represa del arroyo San Fermín (Fig. 7 del capítulo 2).

Los perfiles que se describieron en el oasis de San Pedro de la Presa fueron los siguientes: uno en la zona agrícola (entre los árboles frutales), uno bajo el palmar cultivado, uno en el valle del arroyo al este del cuerpo de agua, en la vegetación natural a uno y 1.5 km al sur del cuerpo de agua y dos en la vegetación natural al este del cuerpo de agua, sobre lomeríos (Fig. 8 del capítulo 2).

4. Oasis del cuarto grupo. Se caracterizan por tener palmares en el valle del arroyo, que se mantienen gracias a la humedad del suelo. El oasis elegido fue el de San Bartolo.

La ubicación de los perfiles que se describieron aparece en la Fig. 9 del capítulo 2 y fueron los siguientes: dentro del palmar, sobre la ribera norte del arroyo; dentro de una huerta de árboles frutales (mango, aguacate) que se encuentra en la ribera sur del arroyo; a uno y dos km al noroeste del ojo de agua sobre una ladera; a 0.8 km al sureste del ojo de agua y sobre un lomerío a 0.5 km al sur del ojo de agua.

5. Oasis del quinto grupo. El oasis Boca de la Sierra se eligió como representante de este grupo, que se caracteriza por tener pequeños cuerpos de agua superficiales y temporales.

En este oasis fue la poza más grande la que se tomó como referencia para hacer los muestreos. Como ya se había mencionado, esta poza tiene una represa y es además la más cercana al pueblo. Los sitios muestreados fueron los siguientes (Fig. 10 del capítulo 2): a uno y dos km al suroeste del manantial sobre la ladera sur del Cañón de San Bernardo; sobre la ribera norte del arroyo en el que se encuentra el manantial; en la zona de cultivo del pueblo; a uno y dos km al este del manantial, en una zona de lomeríos.

6. Oasis del sexto grupo. Se caracterizan por ser zonas en las que sólo existe humedad suficiente para permitir el crecimiento de una vegetación densa constituida principalmente por leguminosas. El oasis estudiado fue el de San Juan Bautista Londó.

Los puntos de muestreo fueron los siguientes (Fig. 11 del capítulo 2): a uno y dos km al norte del mezquital; a uno y dos km al sur del mezquital; dentro del mezquital; en la zona agrícola; en el palmar y en el lecho del arroyo.

7. Oasis del séptimo grupo. Su característica principal es la de encontrarse en zonas costeras y sostener palmares asociados a vegetación halófila o de leguminosas; se eligió el oasis de Punta San Pedro.

Los sitios muestreados fueron los siguientes (Fig. 12 del capítulo 2): a uno y dos km sobre las laderas de las sierras que se encuentran al norte y al sur del cuerpo de agua; en la ribera oeste del mismo y en el palmar que se encuentra sobre el lado este.

## Resultados

El pH del total de las muestras analizadas osciló entre 7.2 y 8.9; la mayor parte de las muestras (cerca del 60%), tuvieron valores entre 7.5 y 7.8. En cuanto a la salinidad, sólo dos perfiles del oasis de San José del Cabo tuvieron problemas de este tipo, los cuales se indican en la sección correspondiente. En los cuadros 1 a 9 aparecen los resultados para cada uno de los perfiles descritos.

## Discusión

La característica que resalta más entre los suelos de dentro y de fuera de los oasis es el color, reflejo del contenido de materia orgánica. Los colores son claros fuera de los oasis y oscuros en la zona de humedad.

Además del color, los suelos que se encuentran en condiciones de humedad y de aportación de hojarasca constantes tienen características morfológicas particulares. Tal es el caso de los suelos pertenecientes al grupo de los Castañozem que se encontraron en la zona del palmar del Pilar-Las Pocitas y que son prácticamente inexistentes en las condiciones áridas dominantes de la región. Este resultado demuestra la fuerte influencia del microclima que se encuentra asociado a los oasis.

El color oscuro del horizonte superficial de las zonas de cultivo que se encuentran dentro de la mayor parte de los oasis también muestran claramente la influencia de la humedad. Los colores oscuros se generan durante los procesos de humificación de la materia orgánica. En algunos casos, como en las zonas agrícolas de Santiago (Cuadro 3b), San Pedro de la Presa (Cuadro 5a) y Boca de la Sierra (Cuadro 7a), el desarrollo de los suelos ha sido tal que por sus características de contenido de materia orgánica y estructuración calificaron en el grupo de los Feozem. Dicho grupo, al igual que el de los Castañozem del palmar de Las Pocitas que ya se había mencionado antes, requiere para su desarrollo de condiciones de humedad y de un aporte constante de materia orgánica por parte de la vegetación. Es por esta razón que tales grupos son inexistentes en las condiciones naturales áridas de la región.

Cabe subrayar en el caso particular del oasis de Santiago, que el proceso de transporte de partículas finas y su consolidación han dado lugar a suelos de la mejor calidad para la agricultura, por lo que el de Santiago representa el oasis con la zona agrícola más importante de entre todos los oasis estudiados. Sin embargo, las prácticas de la ganadería extensiva, la apertura de caminos y el abandono de campos de cultivo en zonas cercanas al oasis han acelerado el mismo proceso de transporte de partículas, contribuyendo al azolve de la antigua laguna.

Los resultados obtenidos confirman la gran influencia que tiene la topografía sobre la formación de los suelos. Los suelos que se muestrearon sobre las laderas de los cerros y lomeríos son poco profundos a causa de las pendientes dominantes

del paisaje, que mantienen una dinámica de formación y pérdida natural del suelo. Por el contrario, los suelos que se encuentran en los valles y zonas de depositación son profundos y conservan las características de los suelos provenientes de las laderas circundantes, como la textura. Tal es el caso de los suelos de los palmares de San Ignacio (Cuadro 1b) y de Punta San Pedro (Cuadro 9b).

Como puede verse en los cuadros correspondientes, algunos perfiles dentro de los oasis San Ignacio (Cuadro 1 a), San José del Cabo (Cuadro 2a y b) y del Pilar-Las Pocitas (Cuadro 4c), presentan señales de hidromorfismo. Estas están dadas por manchas verdes y anaranjadas que se originan por procesos de óxido-reducción. Las manchas verdes indican que el suelo ha estado sometido a condiciones de saturación prácticamente permanentes, en tanto que las anaranjadas indican que existen condiciones alternas de inundación y sequía (Fitzpatrick 1984). El hidromorfismo demuestra la importancia que tiene el agua en el desarrollo del suelo en los ambientes méxicos.

La gran mayoría de los palmares de los oasis analizados se encuentran en los lechos de los arroyos. De acuerdo con los resultados, estos suelos están formados por material suelto acarreado por el mismo arroyo y que se ha depositado a través del tiempo. La textura es generalmente arenosa debido al aporte constante de este tipo de partículas por la dinámica fluvial inherente al oasis. En prácticamente todos los casos el material no ha permanecido en el sitio el tiempo suficiente para lograr el desarrollo de horizontes que se hayan originado por procesos edáficos. Debido a su origen fluvial, es posible identificar en el mismo perfil varios ciclos que se distinguen por un cambio abrupto en la textura de las capas. En algunos casos, como el del palmar de San Juan Londó (Cuadro 8c), el aporte de hojarasca por parte del palmar es tan importante que el horizonte superficial es muy oscuro y tiene un elevado contenido de materia orgánica.

Consideramos que los oasis San Bartolo y el de San Juan Bautista Londó merecen ser tratados particularmente dentro de la discusión, debido a las características del tipo de manantial del primero y de la ausencia de un cuerpo de agua superficial del segundo.

El palmar y las áreas agrícolas del oasis de San Bartolo se mantienen por la humedad que se encuentra en la zona "vadosa o de aireación" (que se ubica entre el manto freático y la superficie). Las texturas arenosas dominantes en la zona vadosa favorecen la mayor capacidad de circulación de agua disponible para las plantas, aunque son responsables de altos valores en el índice de infiltración. Sin embargo, el manto freático está en recarga constante de agua proveniente del acuífero semiconfinado del Cerro la Campana, al sur del manantial, cuya permeabilidad se debe a fracturas en las rocas graníticas (Davis y De Weist 1971).

El hecho de que no exista una correlación directa entre el uso del agua y la recarga del nivel freático, hace posible la permanencia de la vegetación dentro del oasis. Por lo anterior puede afirmarse que existe una gran dependencia entre

**Cuadro 1(a) y (b).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis San Ignacio.

(a)

CARACTERISTICAS	ZONA DE INUNDACION		ZONA DE CULTIVO	
	A	C	A	B
Horizonte o Capa	A	C	A	B
Profundidad	0 - 8	8 - 29	0 - 28	28 - 100
Color	Café grisáceo muy oscuro	Negro	Café grisáceo oscuro	Café grisáceo oscuro
Textura	Limo-arenosa	Arenosa	Arenosa	Franca
Estructura	Granular	Migajosa	Migajosa	Bloques
Reacción al HCl	Moderada	Moderada	Muy fuerte	Muy fuerte
Contenido de mat. org. (%)	0.2	Inap.	0.1	Inap.
Acumulación				Concreciones de CaCO <sub>3</sub>
Hidromorfismo		x		
Superficie	Hojarasca de palmeras			
Limitante	Nivel freático			
Clasificación	Gleysol Calcárico		Xerosol Cálcico	

(b)

CARACTERISTICAS	PALMAR	MESETA NORTE		MESETA SUR	
		A	B	A	B
Horizonte o Capa	C	A	B	A	B
Profundidad	0 - 100	0 - 35	35 - 73	0 - 8	8 - 32
Color	Café grisáceo muy oscuro	Café	Café	Café oscuro	Café
Textura	Arenosa	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla
Estructura	Suelta	Bloques	Bloques	Bloques	Bloques
Contenido de Mat. orgánica (%)	Inap.	0.4	Inap.	0.8	Inap.
Reacción al HCl	Nula	Nula	Fuerte	Débil	Débil
Acumulación			Películas de arcilla Concreciones de CaCO <sub>3</sub>		Concreciones de CaCO <sub>3</sub>
Superficie		Pedregosidad en >50 % de la sup.			
Limitante		Horizonte petrocálcico		Horizonte petrocálcico	
Clasificación	Fluvisol Eutrico	Xerosol Lúvico		Xerosol Cálcico	
Fases		Pedregosa y Petrocálcica		Petrocálcica	



**Cuadro 2(a) y (b).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis San José del Cabo.

(a)

CARACTERISTICAS	AREA DE SATURACION PERMANENTE		PALMAR		
	A	C	A	B	C
Horizonte o Capa					
Profundidad	0 - 33	33 - 52	0 - 20	20 - 38	38 - 100
Color	Café grisáceo oscuro	Café grisáceo	Café grisáceo	Café oliváceo claro	Café grisáceo claro
Textura	Migajón limoso	Migajón arenoso	Arcilla	Arcilla	Arena
Estructura	Bloques	Sin est.	Bloques	Bloques	Suelta
Contenido de Mat. orgánica (%)	1.7	0.5	0.5	Inap.	Inap.
Reacción al HCl	Muy Fuerte	Débil	Muy Fuerte	Fuerte	Muy Fuerte
Acumulación				Películas de arcilla	
Conductividad Eléctrica (SD/m)		4.85			
Hidromorfismo	x	x		x	x
Linitante	Nivel freático				
Clasificación	Gleysol Calcárico		Luvisol Gléyico		
Fases	Salina				

(b)

CARACTERISTICAS	ZONA AGRICOLA		BOSQUE ESPINOSO DE <i>Pithecellobium dulce</i>		
	A	C	C	IIA	IIC
Horizonte o Capa					
Profundidad	0 - 30	30 - 100	0 - 48	48 - 75	75-100
Color	Café grisáceo muy oscuro	Café grisáceo	Café grisáceo oscuro	Café grisáceo muy oscuro	Café grisáceo
Textura	Migajón arenoso	Arena	Franco	Migajón arenoso	Arena
Estructura	Bloques	Suelta	Laminar	Laminar	Suelta
Reacción al HCl	Moderada	Moderada	Muy fuerte	Muy fuerte	Muy débil
Contenido de Mat. orgánica (%)	0.6	Inap.	1.5	1.4	0.1
Conductividad Eléctrica (SD/m)				1.38	
Hidromorfismo			x	x	x
Clasificación	Fluvisol Calcárico		Fluvisol Gléyico		
Fases			Salina		

**Cuadro 3(a) y (b).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis Santiago.

(a)

CARACTERISTICAS	BORDE OCCIDENTAL				ARROYO SANTIAGO
	1 km		2 km		
Horizonte o Capa	A	B	A	B	C
Profundidad	0 - 24	24 - 100	0 - 27	27 - 100	0 - 100
Color	Café	Café amarillento claro	Café grisáceo oscuro	Café amarillento	Café
Textura	Arena	Arena	Arena migajosa	Migajón arenoso	Arena
Estructura	Bloques	Bloques	Bloques	Bloques	Suelta
Reacción al HCl	Nula	Nula	Nula	Nula	Moderada
Contenido de Mat. Org. (%)	1.3	0.6	0.8	0.5	Inap.
Clasificación	Xerosol Háplico		Xerosol Háplico		Fluvisol Calcárico

(b)

CARACTERISTICAS	ESTE DEL ARROYO SANTIAGO			AREA AGRICOLA	
	1 km		2 km	A	B
Horizonte o Capa	A	C	A	A	B
Profundidad	1 - 13	13 - 33	0 - 30	0 - 30	30 - 100
Color	Café oscuro	Café	Gris	Café oscuro	Café
Textura	Migajón arcilloso	----	Migajón arenolimoso	Arenomigajosa	Migajón arenoso
Estructura	Bloques	Suelta	Bloques	Migajosa	Bloques
Reacción al HCl	Nula	Nula	Muy fuerte	Débil	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	1.8	0.5	Inap.	1.0	0.8
Clasificación	Regosol Eutrico		Regosol Calcárico	Feozem Calcárico	
Fases	Lítica		Lítica		

**Cuadro 4(a), (b) y (c).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis El Pilar-Las Pocitas.

(a)

CARACTERISTICAS	NORTE DEL MANANTIAL				
	1 km		2 km		
Horizonte o Capa	A	C	A	B	C
Profundidad	0 - 15	15 - 100	0 - 19	19 - 40	40 - 71
Color	Café grisáceo	Café grisáceo	Café grisáceo	Café grisáceo	Gris pardo claro
Textura	Migajón arenoso	Areno-migajoso	Migajón arenoso	Migajón arenoso-arcilloso	Migajón arenoso-limoso
Estructura	Bloques	Suelta	Bloques	Bloques	Bloques
Reacción al HCl	Muy fuerte	Muy fuerte	Muy fuerte	Muy fuerte	Muy fuerte
Contenido de Mat. Org. (%)	0.7	Inap.	0.3	0.1	Inap.
Superficie	Grava		Grava		
Limitante			Horizonte Petrocálcico		
Clasificación	Regosol Calcárico		Yermosol Háplico		
Fases	Gravosa		Gravosa, Petrocálcica profunda		

(b)

CARACTERISTICAS	RIBERA N	RIBERA S	SUROESTE DEL MANANTIAL		
			1 km		2 km
Horizonte o Capa	C	C	A	C	C
Profundidad	0 - 90	0 - 52	0 - 30	30 - 100	0 - 10
Color	Café grisáceo	Café grisáceo	Café grisáceo	Café grisáceo	Café grisáceo
Textura	Arena	Arena	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón arenoso
Estructura	Suelta	Suelta	Bloques	Suelta	Suelta
Reacción al HCl	Muy fuerte	Fuerte	Muy fuerte	Muy fuerte	Muy fuerte
Contenido de Mat. Org. (%)	Inap.	0.3	0.1	Inap.	0.1
Limitante	Regolita	Regolita			Roca
Clasificación	Fluvisol Calcárico	Fluvisol Calcárico	Regosol Calcárico		Litosol
Fases			Gravosa, Pedregosa		

(c)

CARACTERISTICAS	PALMAR		ZONA DE CULTIVO	
	A	B	A	C
Horizonte o Capa				
Profundidad	0 - 30	30 - 83	0 - 15	15 - 80
Color	Café grisáceo muy oscuro	Gris	Olivio claro	Gris
Textura	Migajón limo-arenoso	Migajón limo-arenoso	Franco	Arcilla
Estructura	Bloques	Bloques	Bloques	Bloques
Reacción al HCl	Muy fuerte	Fuerte	Muy fuerte	Muy fuerte
Contenido de Mat. Org. (%)	1.3	0.4	0.4	Inap.
Acumulación		Concreciones de CaCO <sub>3</sub>		
Hidromorfismo				x
Límitante	Horizonte petrocálcico		Regolita	
Clasificación	Castañozem Cálcico		Gleysol calcárico	
Fases	Petrocálcica profunda			

**Cuadro 5(a) y (b).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis San Pedro de la Presa.

(a)

CARACTERISTICAS	ZONA AGRICOLA		PALMAR		VALLE
	A	B	A	B	C
Horizonte o Capa					
Profundidad	0 - 30	30 - 100	0 - 20	20 - 70	0 - 100
Color	Café grisáceo oscuro	Café grisáceo	Café oscuro	Café	Café grisáceo oscuro
Textura	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón limoso	Migajón limoso	Migajón arenoso
Estructura	Migajosa	Bloques	Bloques	Bloques	Suelta
Reacción al HCl	Moderada	Moderada	Nula	Nula	Moderada
Contenido de Mat. Org. (%)	> 2.0	0.5	1.8	Inap.	0.5
Clasificación	Feozem Calcárico		Feozem Háptico		Fluvisol Calcárico

(b)

CARACTERISTICAS	SUR DEL CUERPO DE AGUA		ESTE DEL CUERPO DE AGUA		
	1 km	1.5 km	1 km		2 km
Horizonte o Capa	A	C	A	B	A
Profundidad	0 - 11	0 - 8	0 - 20	20 - 30	0 - 20
Color	Café grisáceo muy oscuro	Café grisáceo oscuro	Café grisáceo oscuro	Café grisáceo oscuro	Café grisáceo oscuro
Textura	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón limoso	Migajón limoso
Estructura	Suelta	Suelta	Bloques	Bloques	Bloques
Reacción al HCl	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	0.6	0.3	0.6	Inap.	0.7
Limitante	Roca	Roca	Roca		Roca
Clasificación	Regosol Eutrico	Litosol	Xerosol Háptico		Xerosol Háptico
Fases	Lítica		Lítica		Lítica

**Cuadro 6(a) y (b).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis San Bartolo.

(a)

CARACTERISTICAS	NOROESTE DEL OJO DE AGUA				
	1 km		2 km		
Horizonte o Capa	A	B	A	B	C
Profundidad	0 - 20	20 - 100	0 - 13	13 - 62	62 - 100
Color	Café oscuro	Café	Café oscuro	Café	Café
Textura	Arena	Migajón areno-limoso	Migajón areno-limoso	Migajón areno-limoso	Arena
Estructura	Bloques	Bloques	Bloques	Bloques	Suelta
Reacción al HCl	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Contenido de mat. Org. (%)	1.3	Inap.	0.9	Inap.	Inap.
Clasificación	Xerosol Háptico		Xerosol Háptico		

(b)

CARACTERÍSTICAS	PALMAR RIBERA NORTE	HUERTA RIBERA SUR	0.5 km SUR OJO DE AGUA	0.8 km SURESTE OJO DE AGUA
Horizonte o Capa	C	C	A	C
Profundidad	0 - 100	0 - 100	0 - 19	<10
Color	Café grisáceo oscuro	Café	Café grisáceo	Café grisáceo oscuro
Textura	Arena	Arena	Areno-migajosa	Arena
Estructura	Suelta	Suelta	Bloques	Suelta
Reacción al HCl	Nula	Nula	Nula	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	0.7	0.2	0.5	0.4
Limitante				Roca
Clasificación	Fluvisol Eutrico	Fluvisol Eutrico	Fluvisol Eutrico	Litosol

**Cuadro 7(a) y (b).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis Boca de la Sierra.

(a)

CARACTERÍSTICAS	SUROESTE DEL MANANTIAL		RIBERA NORTE	ZONA DE CULTIVO	
	1 km	2 km		A	B
Horizonte o Capa	C	A	C	A	B
Profundidad	<10	0 - 32	0 - 40	0 - 28	28 - 60
Color	Café grisáceo muy oscuro	Café	Gris muy oscuro	Café oscuro	Café grisáceo oscuro
Textura	Migajón arenoso	Migajón arcillo-arenoso	Arena	Arena	Arena
Estructura	Bloques	Bloques	Suelta	Bloques	Bloques
Reacción al HCl	Nula	Nula	Nula	Nula	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	0.2	0.3	Inap.	1.3	0.3
Superficie	Grava				
Limitante	Roca	Roca	Roca		
Clasificación	Litosol	Regosol Eutrico	Fluvisol Eutrico	Feozem Háplico	
Fases		Lítica	Lítica		

(b)

CARACTERISTICAS	ESTE DEL MANANTIAL			
	1 km		2 km	
	A	B	A	B
Horizonte o Capa	A	B	A	B
Profundidad	0 - 13	13 - 31	0 - 35	35 - 65
Color	Café	Café rojizo oscuro	Café rojizo oscuro	Café oscuro
Textura	Franco	Arcilla	Areno-migajosa	Areno-migajosa
Estructura	Bloques	Bloques	Bloques	Bloques
Reacción al HCl	Nula	Nula	Nula	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	1.2	1.1	0.3	0.2
Clasificación	Xerosol Háptico		Xerosol Háptico	

**Cuadro 8(a), (b) y (c).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis San Juan Londó.

(a)

CARACTERISTICAS	NORTE DEL MEZQUITAL			SUR DEL MEZQUITAL	
	1 km		2 km	1 km	2 km
	A	B	C	A	C
Horizonte o Capa	A	B	C	A	C
Profundidad	0 - 10	10 - 60	0 - 10	0 - 12	0 - 11
Color	Café	Café rojizo	Café	Café	Café
Textura	Migajón limoso	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón limoso	Migajón limoso
Estructura	Bloques	Bloques	Suelta	Bloques	Suelta
Reacción al HCl	Nula	Nula	Muy fuerte	Nula	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	Inap.	Inap.	Inap.	Inap.	1.1
Limitante	Roca		Roca	Horizonte Petrocálcico	Horizonte Petrocálcico
Clasificación	Yermosol Háptico		Regosol Calcárico	Regosol Eutrico	Regosol Eutrico
Fases	Lítica profunda		Lítica	Petrocálcica	Petrocálcica

(b)

CARACTERISTICAS	MEZQUITAL		ZONA AGRICOLA	
	A	C	A	B
Horizonte o Capa	A	C	A	B
Profundidad	0 - 15	15 - 100	0 - 25	25 - 100
Color	Café	Café	Café grisáceo oscuro	Café oscuro
Textura	Migajón arenoso	Arena	Migajón limoso	Migajón arenoso
Estructura	Bloques	Suelta	Bloques	Bloques
Reacción al HCl	Moderada	Moderada	Nula	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	0.6	Inap.	2.1	1.1
Superficie	Pedregosidad >85% sup			
Clasificación	Fluvisol Calcárico		Feozem Háptico	
Fases	Pedregosa			

(c)

CARACTERISTICAS	PALMAR		ARROYO	
	A	C	A	C
Horizonte o Capa	A	C	A	C
Profundidad	0 - 5	5 - 100	0 - 30	30 - 100
Color	Café grisáceo muy oscuro	Café	Café	Café
Textura	Migajón arenoso	Arena	Migajón limoso	Arena
Estructura	Bloques	Suelta	Bloques	Suelta
Reacción al HCl	Débil	Fuerte	Nula	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	2.0	0.3	0.6	Inap.
Clasificación	Fluvisol Calcárico		Fluvisol Eutrico	



**Cuadro 9(a) y (b).** Características físico-químicas de los perfiles del oasis Punta San Pedro.

(a)

CARACTERÍSTICAS	NORTE DEL CUERPO DE AGUA		
	1 km		2 km
Horizonte o Capa	A	B	A
Profundidad	0 - 26	26 - 47	0 - 28
Color	Café rojizo oscuro	Café rojizo	Café rojizo oscuro
Textura	Arcilla	Arcilla	Arcilla
Estructura	Bloques	Bloques	Bloques
Reacción al HCl	Nula	Nula	Nula
Contenido de Mat. Org. (%)	Inap.	Inap.	Inap.
Acumulación		Concreciones de CaCO <sub>3</sub>	
Grietas			x
Limitante	Roca		Roca
Clasificación	Xerosol Cálcico		Vertisol Crómico
Fases	Lítica		

(b)

CARACTERÍSTICAS	SUR DEL CUERPO DE AGUA		RIBERA OESTE	PALMAR
	1 km	2 km		
Horizonte o Capa	A	A	C	A
Profundidad	0 - 47	0 - 44	0 - 52	0 - 100
Color	Gris rojizo	Café rojizo oscuro	Gris muy oscuro	Negro
Textura	Arcilla	Arcilla	Arena	Arcilla
Estructura	Bloques	Masiva	Suelta	Masiva
Reacción al HCl	Nula	Nula	Nula	Muy fuerte
Contenido de Mat. Org. (%)	Inap.	Inap.	0.2	1.3
Facetas de fricción	x	x		x
Grietas	x	x		x
Limitante	Roca	Roca	Nivel freático	
Clasificación	Vertisol Crómico	Vertisol Crómico	Gleysol Eutrico	Vertisol Pélico
Fases	Lítica			

la naturaleza hidrogeológica del Cerro de la Campana, la recarga del nivel freático aguas abajo, la textura del lecho del arroyo y el establecimiento del palmar.

El oasis de San Juan Bautista Londó fue el representante del grupo en el que no existe ni ha existido en el pasado un cuerpo de agua superficial. La densidad del mezquite es el elemento que diferencia la vegetación que sostiene este oasis del matorral xerófilo circundante. Esta especie freatofita no requiere ni de condiciones de saturación ni de gran humedad en el suelo, pues sus raíces toman el agua que requieren directamente de la capa freática (Nilsen *et al.* 1987).

La ausencia de condiciones de humedad permanente se refleja en la naturaleza de los suelos encontrados en la zona de influencia natural del oasis. Ninguno de ellos tuvo características que evidenciaran procesos relacionados con la humedad tales como señales de óxido-reducción, que son indicadoras de hidromorfismo y que se presentaron en la mayor parte de los otros oasis estudiados.

Por otra parte, la zona agrícola presenta procesos de desarrollo del suelo, como son la formación de horizontes y color oscuro, como en las zonas agrícolas del resto de los oasis. Sin embargo, hay que hacer hincapié en que el agua destinada a la agricultura en el oasis de San Juan Londó se extrae por bombeo, ya que en condiciones naturales nunca habría podido desarrollarse tal actividad.

### Conclusiones

- Los suelos que se encuentran dentro de los oasis tienen características físicas y químicas diferentes a los de las zonas aledañas debido a la influencia que ejerce la humedad sobre la naturaleza y desarrollo de los suelos. La humedad favorece además el establecimiento y desarrollo de una vegetación más densa, en tanto que en las zonas aledañas la vegetación es tan escasa que su aporte de materia orgánica no tiene un efecto significativo en la composición original del suelo.

- La humedad asociada a los oasis ejerce una importante influencia sobre los procesos edáficos. El caso extremo lo representan las señales de hidromorfismo que se encontraron en varios de los perfiles descritos en la zona de influencia del oasis San José del Cabo y en la represa de El Pilar-Las Pocitas.

- La humedad actúa sobre los procesos de desarrollo del suelo independientemente de las dimensiones del oasis, como lo demuestra el caso de los suelos del palmar del oasis El Pilar-Las Pocitas.

- El laboreo de las zonas agrícolas de todos los oasis estudiados, sin importar si éstas eran grandes o pequeñas, ha cambiado la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo a tal grado que fue posible encontrar suelos con características cuyo desarrollo no habría sido posible en condiciones naturales.

- Si no se realiza una planificación adecuada del uso del suelo de las zonas aledañas a los oasis, la tendencia a largo plazo parece apuntar hacia el azolvamiento de los cuerpos de agua. La interacción de las variaciones climáticas

con la administración anárquica del recurso suelo, sobre todo de las zonas aledañas, pueden contribuir a un drástico abatimiento de la lámina superficial de agua. Un ejemplo de lo anterior lo constituye el oasis de Santiago, que en el pasado mantenía una laguna y que actualmente sólo mantiene un nivel de saturación del suelo prácticamente por debajo de la capa agrícola.

- La naturaleza geológica y la topografía de las formaciones que delimitan las cuencas y que determinan propiedades de los suelos tales como textura, profundidad y por lo tanto la capacidad de infiltración, son de los factores más relevantes que intervienen en la dinámica de las relaciones suelo-agua en los oasis.

### Literatura Citada

- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* V. 43: 435-438.
- Buckman, H.O. y N.C. Brady. 1977. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Ed. Montaner y Simón, S.A. Barcelona, España. 590 pp.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1975. *Sistema de clasificación de suelos FAO-UNESCO 1968, modificado por CETENAL en 1970*. Secretaría de la Presidencia.
- Davis, S.N. y R. de Weist. 1971. *Hidrogeología*. Ed. Ariel. Barcelona, España. 563 pp.
- Fitzpatrick, E.A. 1984. *Suelos: su formación, clasificación y distribución*. CECSA. México. 430 pp.
- Fletcher, J.E. 1961. Introduction. En: *Symposium ecology of groundwater in the southwestern United States*. Fletcher, J.E. (Ed.). Arizona State University.
- Jackson, M.L. 1982. *Análisis químico de suelos*. Omega. 4a ed. Barcelona España. 662 pp.
- Munsell C. 1975. *Munsell soil color charts*. Kollmorgen Corporation. Baltimore. U.S.A. 15 pp.
- Nielsen, E.T., M.R. Sharifi, R.A. Virginia y P.W. Rundel. 1987. Phenology of warm desert phreatophytes: seasonal growth and herbivory in *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (honey mesquite). *Journal of Arid Environments* 13:217-229.
- United States Department of Agriculture. 1962. *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos*. 6a. ed. L.A. Richards (Ed.) Ed. Limusa. México. 172 pp.

## CAPITULO 6

### COMPOSICION FLORISTICA Y VEGETACION

LAURA ARRIAGA, SARA DIAZ, REYMUNDO DOMINGUEZ Y JOSE LUIS LEON

#### Resumen

En este capítulo, se presenta la composición florística y la estructura de la vegetación de los oasis o humedales, con base en la descripción detallada de ocho sitios que se distribuyen a lo largo de la península de Baja California. Asimismo, se presenta la variación en composición florística, riqueza específica y diversidad de las especies que confluyen en los oasis (palmares y zonas riparias), comparativamente con la vegetación circundante (matorral xerófilo y selva baja caducifolia).

Se registró una alta heterogeneidad florística y estructural entre los oasis analizados. Se determinaron un total de 146 especies creciendo en estos hábitats, de las cuales 25 se encuentran asociadas estrictamente al cuerpo de agua o a las zonas riparias. Fisonómica y estructuralmente, las palmas *Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera* resultaron ser las de mayor importancia y en menor medida la vegetación rasante y arbustiva compuesta por *Phragmites communis*, *Cryptostegia grandiflora*, *Panicum purpurascens*, *Typha domingensis* y *Baccharis glutinosa*. La densidad de plantas perennes, la riqueza específica y los índices de diversidad registrados en los sitios analizados resultaron menores en los oasis (áreas periféricas al cuerpo de agua y palmares), comparativamente con la vegetación circundante de matorral xerófilo y selva baja caducifolia. Lo contrario se obtuvo para la cobertura vegetal, con excepción de los oasis que han sido más manipulados o que han sido afectados por ciclones tropicales. Siete especies arbóreas características del matorral, *Acacia brandegeana*, *Cercidium floridum*, *Jatropha cinerea*, *Leucaena microcarpa*, *Olneya tesota*, *Pithecellobium undulatum* y *Prosopis articulata*, resultaron ser de importancia estructural en las zonas periféricas de los oasis. Estas especies y la mesófila, *Salix sitchensis*, registraron altos valores de importancia, por lo que se sugiere que su uso se contemple con fines de restauración de este tipo de hábitats.

#### Abstract

This chapter presents the floristic composition and the structural data of eight desert oases distributed along the Baja California peninsula. Variations in floral records, species richness, and species diversity between the oases (riparian zones and palm groves) and their adjacent vegetation (desert scrub and tropical dry forest) are presented.

A great floristic and structural heterogeneity was observed in the desert oases. Species (146) were recorded growing in these habitats, while only 25 were found growing associated strictly to the riparian zones. The palms *Washingtonia robusta* and *Phoenix dactylifera* were the tree species with highest importance values, whereas *Phragmites communis*, *Cryptostegia grandiflora*, *Panicum purpurascens*, *Typha domingensis*, and *Baccharis glutinosa* were the most important species of the herb and shrub layers. Density, species richness, and diversity of perennial plants were lower in the desert oases, compared to the desert scrub and tropical dry forest adjacent to the oases. The reverse was obtained for crown cover of perennial plants, except for those oases that had much human perturbation or were affected by tropical hurricanes. *Acacia brandegeana*, *Cercidium floridum*, *Jatropha cinerea*, *Leucaena microcarpa*, *Olneya tesota*, *Pithecellobium undulatum*, and *Prosopis articulata* are tree species from the desert scrub that also had high importance values in the riparian zones of the oases. The same occurred for the mesophilous species, *Salix sitchensis*. We suggest these species should be considered when restoration practices are planned in these habitats:

### Introducción

Los oasis de los desiertos son refugios de gran interés biológico, entre otras razones porque se han considerado relictos de hábitats de importancia biogeográfica y evolutiva en donde se encuentran especies vegetales y animales de afinidad métrica (Axelrod 1979; Cornett 1985a y b; Cornett *et al.* 1986; Grismer y McGuire 1993). Los hábitats riparios o humedales poseen un dosel superior conformado por especies dominantes, las cuales ofrecen características ambientales adecuadas para que se mantenga la vida silvestre en zonas áridas y proporcionan una alta disponibilidad de agua, así como una mayor cobertura y estratificación vertical, con lo cual se genera una mayor diversidad de microclimas (Rodiek 1981).

Este tipo de hábitats albergan especies arbóreas de gran plasticidad que son capaces de establecerse en sitios en donde los suministros de agua superficial y subsuperficial son lo suficientemente adecuados para mantenerlas a pesar de las altas pérdidas de agua que se registran por evapotranspiración. Estas plantas a su vez son resistentes a los efectos de la erosión hídrica y eólica, así como a la compactación del suelo. Asimismo, son plantas cuyas estrategias reproductivas son efectivas para garantizar su sobrevivencia en condiciones adversas para el crecimiento. Algunas de las especies que presentan este tipo de atributos son las pertenecientes a los géneros: *Tamarix*, *Populus*, *Salix*, *Prosopis*, *Platanus*, *Juglans*, *Eleagnus* y *Fraxinus* (Rodiek 1981), y muchas de ellas se encuentran en los humedales de las zonas áridas del noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos.

Las diversas especies de palmas que habitan en los oasis son también especies relevantes que favorecen la creación de hábitats méxicos en medio del desierto. Algunas de las especies que han sido reportadas en los humedales son las pertenecientes al género *Washingtonia* (Cornett 1985a y b, Cornett y Stewart 1986), o bien son palmas introducidas como la datilera, *Phoenix dactylifera*.

A pesar de que los humedales son de vital importancia para una gran diversidad de especies, en México pocos son los estudios sobre la vegetación de este tipo de hábitats (Ezcurra *et al.* 1988) y éstos no han sido caracterizados para la península de Baja California. Es por ello que el objetivo principal de este capítulo es presentar la composición florística y la estructura de la vegetación de los oasis o humedales, con base en la descripción detallada de algunos de los oasis que se distribuyen a lo largo de la Península. Asimismo, se presenta la variación en composición florística, riqueza específica y diversidad de las especies que confluyen en la periferia de los oasis comparativamente con la vegetación característica del matorral circundante.

### Metodología

Se definieron un total de 184 oasis para la Península, los cuales se agruparon en siete categorías con base en su extensión, presencia o ausencia de cuerpos de agua, asociación con asentamientos humanos y en función del tipo de comunidades vegetales establecidas en ellos (ver capítulo 2). El trabajo se realizó considerando un oasis representativo de cada una de las categorías definidas en el capítulo 2, a excepción del grupo de oasis más numerosos comprendidos dentro del grupo 3, de los cuales se seleccionaron 2 oasis. De esta forma, se incluyeron ocho oasis que, ordenados de acuerdo con su distribución latitudinal de norte a sur, corresponden a la siguiente secuencia: 1. San Ignacio, 2. San Juan Bautista Londó, 3. San Pedro de la Presa, 4. El Pilar (Las Pocitas), 5. San Bartolo, 6. Santiago, 7. Punta San Pedro y 8. Boca de la Sierra. Las características fisiográficas generales (geoforma, exposición, rocosidad) y edafológicas de estos oasis ya se presentaron en capítulos anteriores.

Los muestreos de flora y vegetación, se realizaron definiendo *a priori* zonas o fragmentos dentro de cada oasis, las cuales fueron: áreas de influencia, zona agrícola, palmar y periferia del cuerpo de agua. Las áreas de influencia se consideraron como las zonas circundantes al oasis o humedal, conformadas en su mayoría por matorral xerófilo. Las áreas de influencia se definieron considerando el borde de los palmares o cuerpos de agua, en su franja más ancha, como punto de referencia y ubicando dos sitios paralelos a cada lado del oasis, distanciados un kilómetro a partir de esos bordes; de esta forma, para cada oasis se seleccionaron dos sitios en las áreas de influencia, uno hacia cada dirección. La periferia del cuerpo de agua se definió como el área sobre el borde del cuerpo de agua o del palmar (en los casos que no existía cuerpo de agua) y en ellas se delimitaron dos sitios para cada oasis, uno a cada lado del palmar o cuerpo de

agua. En cada una de estas zonas o fragmentos, se realizaron muestreos a través de transectos, cuya dimensión en todos los casos fue de 1,000 m<sup>2</sup> (200 m de largo por 5 m de ancho). El número de transectos que se realizaron para cada zona o fragmento fueron: dos muestreos (a y b) en las áreas de influencia, un muestreo en el palmar y dos muestreos (a y b) en la periferia del cuerpo de agua. En la zona agrícola, sólo se obtuvo un listado florístico.

En cada sitio, a excepción de la zona agrícola, se registraron todas las plantas perennes, de acuerdo con sus formas de crecimiento (árboles, arbustos, hierbas perennes y trepadoras leñosas). A cada una de éstas se les determinó su especie, *in situ* o mediante la corroboración con ejemplares del Herbario HCIB. A cada individuo se le midió la altura y dos diámetros de proyección de la cobertura, perpendiculares entre sí.

Se estimó el área de cobertura para cada individuo, la cobertura total por especie y la cobertura total por zona o fragmento. Se estimó la abundancia y densidad por especie, la riqueza específica, el índice de diversidad de Shannon y su desviación estándar (Zar 1974) para cada fragmento considerado.

Para describir las características estructurales de los oasis, los datos se agruparon por oasis o humedal, considerándose este último como las zonas o fragmentos comprendidos por las zonas periféricas al cuerpo de agua y el palmar. Se obtuvieron los índices de valor de importancia de las especies de acuerdo con la función definida por Dye y Walker (1980), modificando el área seccional promedio de los troncos por el valor de la cobertura promedio, para poder incluir los datos cuantitativos de los arbustos y hierbas perennes. Por tanto, el índice se calculó como:  $\Sigma(H_i N_i C_i)$ ; en donde  $H_i$  es la altura promedio de la  $i$ -ésima categoría de altura,  $N_i$  es el número de individuos dentro de la  $i$ -ésima categoría de altura, y  $C_i$  es la cobertura promedio de la  $i$ -ésima categoría de altura.

## Resultados y Discusión

### Composición Florística

Se registraron un total de 238 especies pertenecientes a 170 géneros y a 67 familias, correspondientes tanto a la vegetación del humedal como a la vegetación del matorral xerófilo circundante (Apéndice 1). Este número de especies corresponde a las encontradas dentro de los muestreos realizados. Destaca por su riqueza de especies la familia de las Leguminosae (40), Cactaceae (24), Euphorbiaceae (21) y Compositae (21). Las cuales son también las familias dominantes en las diversas comunidades de matorrales en la Península (Shreve y Wiggins 1964, Wiggins 1980). Las especies que mostraron alta constancia a lo largo de todos los sitios son: *Washingtonia robusta*, *Bursera microphylla* y *Jatropha cinerea*. Asimismo, se registraron un total de 16 especies introducidas, las cuales corresponden a especies de importancia económica que los pobladores

locales han sembrado ya sea en los palmares o en las zonas periféricas a éstos o al cuerpo de agua.

A excepción de la flora nativa y naturalizada estrictamente ligada a cuerpos de agua o a altos niveles de humedad edáfica (25 especies de las 146 registradas, ver Apéndice 2), el resto de la flora que compone a cada uno de los oasis procede de las áreas aledañas. El análisis de esta flora revela que los componentes estrictamente ligados al agua y al suelo saturado (25 especies) se encuentran también en tipos de vegetación como el bosque de encino-pino en la Sierra de la Laguna, otras pocas especies se encuentran a lo largo de diques y canales de riego, así como en esteros pero siempre bajo la misma condición ecológica, en cuerpos permanentes o semipermanentes de agua (León de la Luz y Domínguez-Cadena, 1989). Sólo dos especies pueden considerarse halófitas (*Sesuvium portulacastrum* y *Anemopsis californica*) y ocho se encuentran ligadas estrechamente a la corriente de agua (*Aster spinosus*, *Baccharis glutinosa*, *Baccharis sarathroides*, *Echinodorus berteroi*, *Eustoma exaltatum*, *Juncus mexicanus*, *Potamogeton illinoensis* y *Typha domingensis*). Estas 25 especies pueden compararse con las reportadas por Ezcurra *et al.* (1988), quienes encontraron 26 especies estrechamente ligadas al sistema de "pozos" en el gran Desierto en Sonora.

Además de la palma de abanico *Washingtonia robusta* (endémica a cañadas húmedas o a sitios temporalmente húmedos de Baja California Sur) y *Cyperus dioicus* (propio de márgenes de arroyos en Baja California Sur), la afinidad geográfica del resto de las especies ligadas al cuerpo de agua (agua propiamente o suelos saturados) exhibe en general una amplia distribución geográfica, tal vez por ello se considere a los oasis como "refugios" ecológicos de la biota propia de ambientes más húmedos o menos áridos. Dentro de las especies encontradas como ligadas estrechamente al cuerpo de agua (Apéndice 2), se enlistan las siguientes especies, las cuales se reportan de acuerdo con sus respectivos rangos geográficos, según Wiggins (1980):

- Ambrosia ambrosioides*. Noroeste de México
- Anemopsis californica*. SW de Estados Unidos y Norte de México
- Aster spinosus*. Norteamérica y Centroamérica
- Baccharis glutinosa*. América tropical (incluye subtrópicos)
- Baccharis sarathroides*. SW de Estados Unidos y NW de México
- Bacopa monieri*. América tropical (incluye subtrópicos)
- Cynodon dactylon*. Cosmopolita
- Cyperus esculentus*. Cosmopolita
- Cyperus dioicus*. Baja California Sur
- Distichlis spicata*. América



*Echinodorus berteroi*. Norteamérica (incluido México).  
*Eustoma exaltatum*. Norteamérica y Caribe  
*Heimia salicifolia*. América  
*Juncus acutus*. Norteamérica  
*Juncus mexicanus*. Norteamérica (incluido México)  
*Kosteletzkya depressa*. América Tropical  
*Ludwigia octovalvis*. América Tropical  
*Phragmites communis*. Cosmopolita  
*Phoenix dactylifera*. Introducida, nativa de Asia  
*Potamogeton illinoensis*. Norteamérica  
*Salix bonplandiana*. México  
*Scirpus americanus*. Cosmopolita  
*Sesuvium portulacastrum* Norteamérica (incluido N de México)  
*Typha domingensis*. Cosmopolita  
*Washingtonia robusta*. Baja California Sur

De la lista anterior resalta el hecho de que la mayor parte de las especies de este grupo presentan una distribución geográfica amplia, principalmente con relación al trópico americano. No obstante, cabría mantener la duda de cuánto de esta flora, prácticamente las especies de México y Norteamérica, realmente refleja las condiciones prístinas de cada oasis, ya que estos hábitats han sufrido un fuerte impacto por las actividades humanas directa o indirectamente, particularmente desde el establecimiento de las misiones, hace varios siglos.

Esta inquietud se robustece al considerar la historia reciente de cada lugar; así, localidades como San Pedro de la Presa, se encuentran cubiertas de manera importante por *Cryptostegia grandiflora* (Apéndice 3), un agresivo arbusto que en las últimas décadas ha colonizado arroyos y canales en Baja California Sur, desplazando de manera notable a la vegetación silvestre. Los habitantes locales han tratado de controlar su activo crecimiento mediante su corte y quema indiscriminada. Además de tal hecho, estos sitios por sus características han sido históricamente la base de la subsistencia de rancherías, quienes los han aprovechado intensivamente, hechos que implican una presión sostenida sobre la biota original y agentes de disturbio permanentes (ver capítulo 14).

### **Estructura de los Oasis**

Los índices de valor de importancia de las especies, así como la cobertura y abundancia por especie para los oasis, se presentan en el Apéndice 3. De acuerdo

con estos resultados, se observa que en todos los oasis las especies dominantes, tanto en la periferia del cuerpo de agua como en el palmar, son especies arbóreas de palmas, *Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera*. Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores para este tipo de hábitats en el suroeste de Estados Unidos (Cornett 1985a y b). Al respecto, es importante resaltar que en la mayoría de las localidades estudiadas la especie de palma nativa *W. robusta* está siendo desplazada por la palma datilera introducida, *P. dactylifera*. En algunos oasis *i.e.* San Ignacio, encontramos archivos fotográficos en donde las poblaciones naturales de palmas sólo estaban constituidas por *W. robusta*, contrastando de manera significativa con la alta densidad que actualmente se registra de palmas datileras en esa área.

A pesar de la constancia de las dos especies de palmas dominantes en los oasis, la estructura de los palmares y fragmentos periféricos a los cuerpos de agua resultó altamente heterogénea entre los diversos humedales analizados (Apéndice 3). En algunos oasis hay especies arbóreas características del matorral adyacente que llegan a ser importantes estructuralmente en las zonas periféricas, tal es el caso de *Prosopis articulata* en San Juan Bautista Londó y El Pilar, *Jatropha cinerea* en San Juan Bautista Londó y Santiago, *Olneya tesota*, *Acacia brandegeana* y *Cercidium floridum* en San Juan Bautista Londó, *Leucaena microcarpa* en El Pilar, y *Pithecellobium undulatum* en Boca de la Sierra. De los géneros reportados por Rodiek (1981) como característicos de este tipo de ambientes, además de los mezquites previamente mencionados, también se registró a *Salix sitchensis*; especie de importancia estructural en la periferia del cuerpo de agua de El Pilar y San Pedro de La Presa.

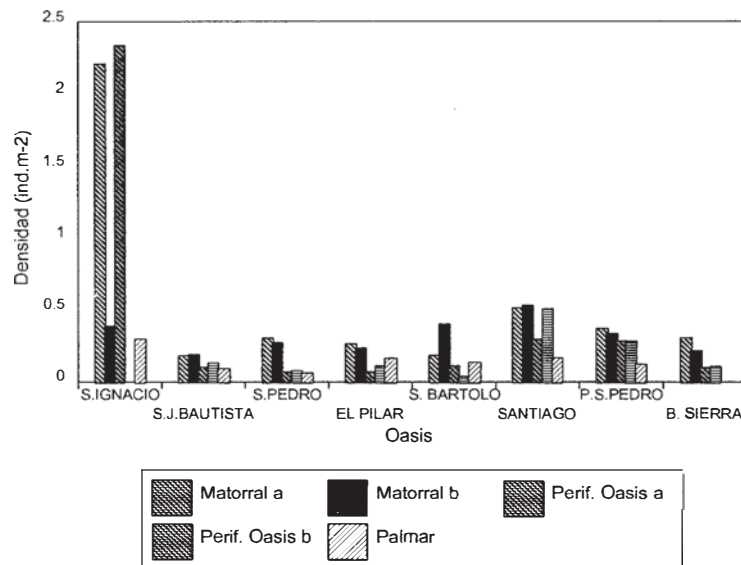
Otras de las especies importantes de los oasis, aunque de porte arbustivo y herbáceo, son: *Phragmites communis* en San Ignacio, El Pilar, Punta San Pedro y en el palmar de San Pedro de La Presa; *Cryptostegia grandiflora* en la periferia de San Pedro de la Presa y El Pilar, *Panicum purpurascens* en El Pilar, *Typha domingensis* en Punta San Pedro y *Baccharis glutinosa* en San Bartolo (Apéndice 3). Todas estas especies son altamente mesófilas y conforman poblaciones muy densas en el estrato rasante de los humedales.

El oasis que registró la mayor modificación debida a las actividades humanas fue el palmar de San Bartolo. En este oasis anteriormente existía un palmar de grandes dimensiones creciendo sobre el lecho del arroyo, sin embargo éste fue destruido por el ciclón "Lisa" en 1976, quedando sólo unas cuantas palmeras en la periferia. Actualmente, gran parte de las especies que lo constituyen son especies cultivadas por los pobladores locales como *Mangifera indica*, *Persea americana* y *Cocos nucifera*.

#### **Parámetros Estructurales de los Oasis con la Vegetación Circundante.**

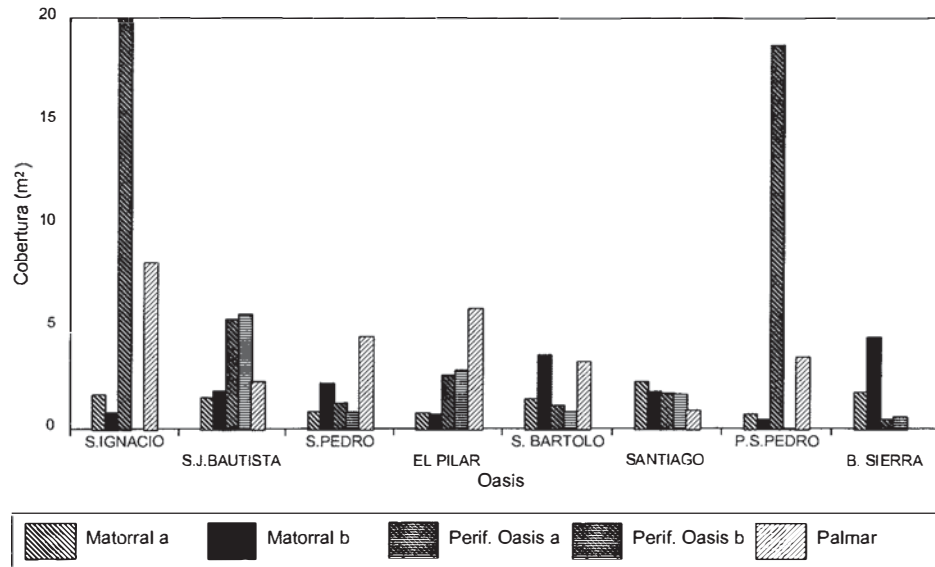
Se obtuvieron varios parámetros estructurales *i.e.* densidad, cobertura, riqueza específica y diversidad, de manera comparativa con la vegetación circundante

(Figs. 1 a 4). En estas gráficas, se puede observar que los oasis son muy heterogéneos entre sí con relación a estos parámetros estructurales. La densidad de individuos es muy variable entre oasis y dentro de los oasis (Fig. 1). De acuerdo con los resultados presentados en esta gráfica, se observa que las variaciones en densidad son muy contrastantes entre el oasis de San Ignacio y los sitios restantes. Las altas densidades registradas para San Ignacio quizás se deban a la alta disponibilidad de agua que existe (este oasis contiene el mayor cuerpo de agua), con lo cual se favorece una mayor colonización de individuos. A excepción de este sitio y del de Santiago, en todos los oasis se registró una mayor densidad de individuos en el matorral, en comparación con la densidad registrada para las zonas periféricas y el palmar.



**Figura 1.** Densidad de plantas perennes en los oasis estudiados de la península de Baja California. La densidad se registró en transectos de 1,000 m<sup>2</sup>, para cada sitio dentro de cada oasis.

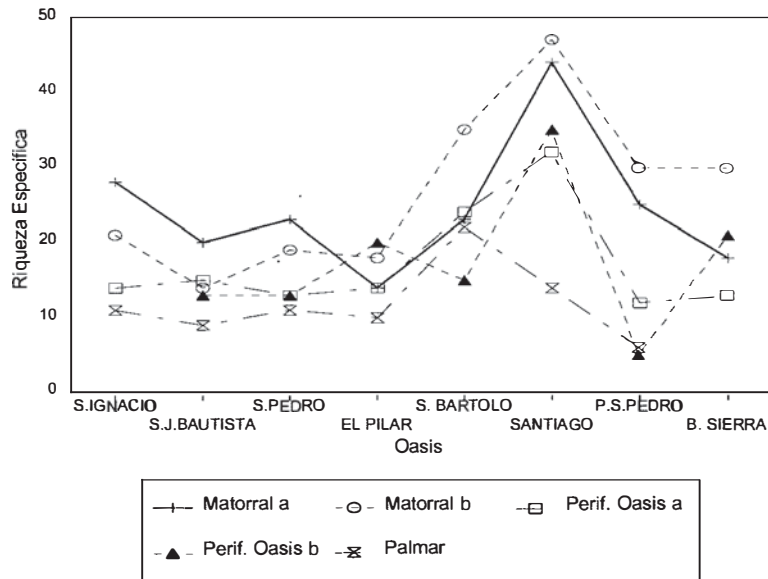
En el caso de la cobertura (Fig. 2), el patrón de comportamiento es contrario al que se obtuvo para la densidad. La cobertura vegetal es significativamente mayor en las zonas periféricas y en el palmar (a excepción de San Bartolo, Santiago y Boca de la Sierra), en comparación con la registrada para el matorral. La disminución de la cobertura en los oasis antes mencionados, en comparación con la obtenida para el matorral, se debe a diversas razones. En el caso de San Bartolo, hasta antes de 1976 existía un palmar bien desarrollado creciendo en el lecho del arroyo, pero a partir de ese año el ciclón Lisa derribó gran parte del palmar, por lo que actualmente se registra una baja cobertura de las escasas palmas que sobrevivieron en la periferia. En el caso de Santiago, la sobreutilización del



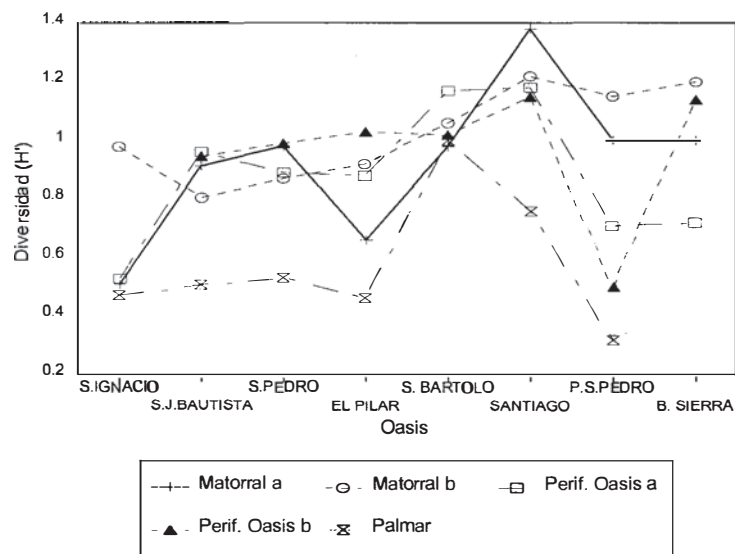
**Figura 2.** Cobertura vegetal de plantas perennes para los humedales analizados en la península de Baja California. La cobertura está referida a transectos de  $1,000 \text{ m}^2$ , para cada sitio dentro de cada oasis.

agua en actividades productivas ha ocasionado el desmonte del palmar y su utilización como zonas de cultivos. Finalmente en el caso de Boca de la Sierra, el cuerpo de agua es un arroyo con flujo abundante, sujeto a cambios drásticos debido a la influencia en verano de las tormentas tropicales. Esto ha provocado que la vegetación en las inmediaciones al cuerpo de agua no sea abundante. Otro factor que diferencia a este oasis son las características topográficas, ya que a ambos lados del cuerpo de agua están las laderas de cerros adyacentes en donde se establece vegetación correspondiente a selva baja caducifolia. Por estas razones, la cobertura es mayor en el área de influencia, que en la periferia. En este oasis no se encontró la vegetación correspondiente al palmar.

Con relación a la riqueza de especies y diversidad, en la mayoría de los oasis se pudo observar que estos parámetros aumentan al alejarse del cuerpo de agua (Figs. 3 y 4). La riqueza específica y los índices de diversidad son mayores en los oasis ubicados al sur de la Península, en donde se encuentran elementos vegetales de afinidad árido tropical, esto ocurre de manera notable en Santiago. En cuanto a los palmares, éstos mostraron ser los sitios con más bajos índices de diversidad y riqueza específica, debido a la dominancia total de las dos especies de palmas reportadas, cuya permanencia se fomenta debido al manejo continuo que dan los habitantes locales a estas zonas. Las escasas prácticas de manejo que se dan a los palmares incluyen la entresaca selectiva de ramas viejas y hojas secas de palmas datileras, así como la quema del estrato rasante para eliminar la hojarasca.



**Figura 3.** Riqueza específica registrada en los oasis analizados, para cada fragmento de vegetación considerado dentro de cada oasis.



**Figura 4.** Indices de diversidad estimados para los oasis estudiados en la península de Baja California.

### Conclusiones

Los oasis o humedales de la península de Baja California, a pesar de ser hábitats altamente modificados, en la mayoría de los casos, albergan una gran cantidad de especies nativas e introducidas que son exclusivas de estos sitios (146 especies). Florística y estructuralmente son muy heterogéneos entre sí, debido al tipo de manejo al que han sido sometidos y particularmente a las obras de infraestructura hidráulica y a las actividades extractivas que realizan los pobladores en sus colindancias (ver capítulos 4 y 14). Fisonómica y estructuralmente, destacan las palmas *Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera* y en menor medida la vegetación rasante y arbustiva que crece asociada con éstas *i.e.* *Phragmites communis*, *Cryptostegia grandiflora*, *Panicum purpurascens*, *Typha domingensis* y *Baccharis glutinosa*, especies que no son igualmente importantes en todos los oasis, pero cuya importancia estructural es local y en algunos casos como *C. grandiflora*, se encuentra creciendo como maleza (San Pedro de la Presa).

Existen un gran número de especies arbóreas características del matorral que son de importancia estructural en las zonas periféricas de los oasis, como *Jatropha cinerea*, *Olneya tesota*, *Acacia brandegeana*, *Cercidium floridum*, *Leucaena microcarpa* y *Pithecellobium undulatum*, cuyo crecimiento en esas áreas denota una gran plasticidad de las mismas para desarrollarse en ambientes de mayor humedad. De los géneros reportados por otros autores con estas características (Rodiek 1981), se registraron únicamente dos especies *Salix sitchensis* y *Prosopis articulata*. Por lo que se concluye que estas ocho especies podrían utilizarse con fines de restauración de este tipo de hábitats. A pesar de la gran heterogeneidad registrada entre los oasis, de manera general se puede concluir que la densidad de individuos, la riqueza específica y la diversidad es menor en los oasis (áreas periféricas al cuerpo de agua y palmares), comparativamente con la vegetación circundante de matorral xerófilo; en tanto que lo contrario ocurre para la cobertura vegetal, con excepción de los oasis que han sido más manipulados o que han sido afectados por ciclones tropicales.

### Literatura Citada

- Axelrod, D.I. 1979. Age and origin of the Sonoran Desert Vegetation. Occasional Papers California Academy of Sciences 132: 1-74.
- Cornett, J.W. 1985a. Germination of *Washingtonia filifera* seeds eaten by coyotes. Principes 29(1): 1-19.
- Cornett, J.W. 1985b. Reading the fan palms. We know where these trees grow, but, we're not sure how they got there. American Museum of Natural History. N.Y. 94(10): 64-73.

- Cornett, J.W., T. Glenn y J.M. Stewart. 1986. The largest desert fan palm oases. *Principes* 30(2):82-84.
- Cornett, J.W. y J.M. Stewart. 1986. Palm burning and increased spadix production. *The Southwestern Naturalist* 31(4): 552-553.
- Dye, P.J. y B.H. Walker. 1980. Vegetation-environment relations on sodic soils of Zimbabwe. *Journal of Ecology* 68: 589-606.
- Ezcurra, E., R.S. Felger, A.D. Russell y M. Equihua. 1988. Freshwater islands in a desert sand sea: the hidrology, flora, and phytogeography of the Gran Desierto Oases of Northwestern Mexico. *Desert Plants* 9(2): 35-44.
- Felger, R.S., P.L. Warren, L.S. Anderson y G.P. Nabhan. 1992. Vascular plants of a desert oasis: Flora and ethnobotany of Quitobaquito, Organ Pipe Cactus National Monument, Arizona. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 0(8): 1-39.
- Floyd, D. 1987. The desert oasis. *Arizona Land People* 38(2): 10-18.
- Grismer, L.L. y J.A. McGuire. 1993. The oases of central Baja California, Mexico. Part I. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the Oases. *Bull. Southern California Academy of Sciences* 92(1): 2-24.
- León de la Luz, J.L. y R. Domínguez-Cadena. 1989. Flora of the Sierra de La Laguna Baja California Sur, México. *Madroño*. Vol 36(2): 61-83
- Rodiek, J. 1981. Wetland trees of Arizona for possible oasis use in arid regions. *Desert Plants* 3(2): 88-91.
- Shreve, F. y I. Wiggins. 1964. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. 2 Vols. Stanford University Press. Stanford, California.
- Wiggins, I. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Stanford, California.
- Zar, J.H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New Jersey.





Apéndice I (Continuación)	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<b>BROMELIACEAE</b>								
<i>Hechtia montana</i> T.S. Brandegee					X			
<b>CYPERACEAE</b>								
<i>Cyperus esculentus</i> L.	X				X			
<i>Cyperus dioicus</i> I.M. Jhnt.					X			
<i>Scirpus americanus</i> Pers.					X			
<b>GRAMINEAE</b>								
<i>Arundo donax</i> L.*				X		X		
<i>Cynodón dactylon</i> (L.) Pers.	X		X					
<i>Distichlis spicata</i> (L.) Greene					X			
<i>Heteropogon contortus</i> (L.)Beauv. ex R. & S.					X			
<i>Lasiacis ruscifolia</i> (H.B.K.) Hitchc.								X
<i>Panicum purpurascens</i> (Radidi) Henr.				X		X	X	
<i>Phragmites communis</i> Trin.	X		X	X	X			X
<i>Saccharum officinarum</i> L.*						X		
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.*							X	
<b>JUNCACEAE</b>								
<i>Juncus acutus</i> L.							X	
<i>Juncus mexicanus</i> Willd.	X							
<b>LEMNACEAE</b>								
<i>Lemna minima</i> Phil.								X
<i>Lemna minor</i> L.	X		X	X				
<b>NAIADACEAE</b>								
<i>Naias guadalupensis</i> (Spreng) Moron			X					
<i>Naias marina</i> L.	X							
<b>POTAMOGETONACEAE</b>								
<i>Potamogeton illinoensis</i> Morong								X
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.			X					
<i>Zannichellia palustris</i> L.				X				
<i>Ruppia maritima</i> L.	X			X				



Apéndice I (Continuación)	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Criptostegia grandiflora</i> (Roxb.) R.Br.			x	x				
BIGNONIACEAE								
<i>Bignonia unguis-cati</i> L.						x		
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss.							x	x
BORAGINACEAE								
<i>Cordia brevispicata</i> Mart. & Gal.							x	
<i>Bourreria sonora</i> S. Wats.							x	x
BURSERACEAE								
<i>Bursera epinnata</i> (Rose) Engler			x		x	x	x	
<i>Bursera hindsiana</i> (Benth.) Engler	x							
<i>Bursera microphylla</i> A. Gray	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bursera odorata</i> Brandegee			x		x	x	x	x
BUXACEAE								
<i>Simmondsia chinensis</i> (Link.) Schneider					x			
CACTACEAE								
<i>Cochemia poselgeri</i> (Hildman) Britt. & Rose		x					x	
<i>Echinocereus brandegeei</i> (Coulter) K.Schum.	x		x		x			
<i>Echinocereus engelmannii</i> (Parry ex Engelm.) Rumppler	x							
<i>Ferocactus acanthodes</i> (Lemaire) Britt & Rose var. <i>acanthodes</i>			x	x	x	x	x	x
<i>Ferocactus peninsulae</i> (Gates) (Gates) Lindsay var. <i>viscainensis</i>	x	x						
<i>Ferocactus rectispinus</i> (Engelm.) Britt. & Rose	x							
<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.) Britt & Rose var. <i>schottii</i>		x	x			x		
<i>Mammillaria baxteriana</i> (Gates) Boed.						x		x
<i>Mammillaria dioica</i> K. Brandegee	x					x	x	x



Apéndice I (Continuación)	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
COMPOSITAE								
<i>Ambrosia ambrosioides</i> (Cav.) Payne			x	x	x	x		x
<i>Ambrosia bryantii</i> (Currant) Payne				x				
<i>Ambrosia confertifolia</i> DC.					x			
<i>Ambrosia dumosa</i> A. Gray	x							x
<i>Aster spinosus</i> Benth.			x					x
<i>Baccharis sarathroides</i> A. Gray						x		
<i>Baccharis glutinosa</i> Pers.			x	x		x		x
<i>Brickellia peninsularis</i> Brandegees						x		x
<i>Bebbia juncea</i> var. <i>atriplicifolia</i> (A.Gray) I.M.Jhtn.				x		x		
<i>Bebbia juncea</i> var. <i>juncea</i> (Benth.)Greene			x			x	x	
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.			x					
<i>Encelia californica</i> Nutt. var. <i>californica</i>	x			x	x			
<i>Encelia farinosa</i> A. Gray var. <i>farinosa</i>	x			x				
<i>Franseria magdalenae</i> Brandegees	x							
<i>Gochnatia arborescens</i> Brandegees							x	
<i>Hymenoclea monogyra</i> Torr. & Gray						x	x	x
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.								x
<i>Porophyllum gracile</i> Benth								x
<i>Porophyllum ochroleucum</i> Rydb.							x	
<i>Trixis californica</i> Kell					x			
<i>Viguiera tomentosa</i> A. Gray						x	x	x
CONVOLVULACEAE								
<i>Merremia aurea</i> (Kell) O'Donell								x
CUCURBITACEAE								
<i>Cucurbita palmata</i> S. Wats				x				
<i>Ibervillea sonora</i> (S. Wats.) Greene var. <i>peninsularis</i> I.M.Jhtn.								
EUPHORBIACEAE								
<i>Acalypha californica</i> Benth.					x			

COMPOSICION FLORISTICA Y VEGETACION

87

Apéndice I (Continuación)	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Acalypha comonduana</i> Millsp.						x	x	x
<i>Acalypha unibracteata</i> Muell. Arg.								x
<i>Adelia virgata</i> Brandegee		x	x	x		x	x	
<i>Bernardia mexicana</i> (Hook. & Arn.) Muell.-Arg.						x	x	
<i>Croton boregensis</i> M.E. Jones								x
<i>Croton caboensis</i> Croizat						x	x	x
<i>Croton californicus</i> Muell.-Arg. var. <i>californicus</i>	x							
<i>Ditaxis lanceolata</i> (Benth.) Pax. & K.Hoffm.				x		x		
<i>Euphorbia californica</i> Benth. var. <i>californica</i>			x	x	x	x	x	
<i>Euphorbia eriantha</i> Benth					x			
<i>Euphorbia misera</i> Benth		x	x	x				
<i>Euphorbia xantii</i> Engelm.					x	x		x
<i>Jatropha cinerea</i> (C.G.Ortega) Muell.-Arg. in D.C.	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Jatropha cuneata</i> Wigg. & Rollins	x	x	x	x	x			
<i>Jatropha vernicosa</i> Brandegee						x		x
<i>Manihot chlorosticta</i> Satandley & Goldman								x
<i>Phyllanthus galeottianus</i> Baillon	x							
<i>Pedilanthus macrocarpus</i> Benth.	x			x	x			
<i>Ricinus communis</i> L.*	x			x		x	x	
<i>Sapium biloculare</i> (S. Wats.) Pax				x		x		
FOUQUIERIACEAE								
<i>Fouquieria diguetii</i> (Van Teighem) I.M.Jhtn.	x	x			x		x	x
GENTIANACEAE								
<i>Eustoma exaltatum</i> (L.) Griseb.				x				
KRAMERIACEAE								
<i>Krameria parvifolia</i> Benth. var. <i>parvifolia</i>	x		x	x				



Apéndice I (Continuación)	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Indigofera fruticosa</i> Rose						x		
<i>Leucaena microcarpa</i> Rose			x	x			x	
<i>Lysiloma candida</i> Brandegee	x		x			x	x	x
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq.) Macbr.						x	x	x
<i>Mimosa brandegeei</i> Robinson						x	x	x
<i>Mimosa purpurascens</i> Robinson		x	x	x				
<i>Mimosa xantii</i> A. Gray						x	x	x
<i>Olneya tesota</i> A. Gray		x	x				x	
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.*			x	x				
<i>Pithecellobium confine</i> Standley			x			x	x	
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.			x	x				
<i>Pithecellobium undulatum</i> (Britt. & Rose) Gentry						x	x	x
<i>Prosopis articulata</i> S. Wats.	x	x	x	x			x	x
<i>Prosopis palmeri</i> S. Wats.			x	x				
<i>Senna atomaria</i> L.						x	x	
<i>Senna villosa</i> Mill.				x		x	x	
<i>Stylosanthes viscosa</i> Swartz					x			
LOGANIACEAE								
<i>Buddleia crotonoides</i> A. Gray						x		
LYTHRACEAE								
<i>Ammania coccinea</i> Rottb.								x
<i>Heimia salicifolia</i> (H.B.K.) Link								x
MALPIGHIACEAE								
<i>Malpighia diversifolia</i> Brandegee						x		x
<i>Mascagnia macroptera</i> (Sesse & Moc.) Niedenzu		x						
<i>Thryallis angustifolia</i> (Benth.) Kuntze						x		x
MALVACEAE								
<i>Abutilon californicum</i> Benth.	x		x	x				
<i>Gossypium harknessii</i> Brandegee							x	
<i>Hibiscus denudatus</i> Benth.								x
<i>Horsfordia alata</i> (S. Wats) A. Gray	x			x			x	



## Apéndice I (Continuación)

	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Kosteletzkya depressa</i> (L.) O. Blanchard					x			
<i>Sida xantii</i> A. Gray					x		x	
MORACEAE								
<i>Ficus palmeri</i> S. Wats				x		x	x	
MYRTACEAE								
<i>Psidium guajava</i> L.*				x		x		
NYCTAGINACEAE								
<i>Commicarpus brandegeei</i> Standley								x
ONAGRACEAE								
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven			x			x		
POLYGONACEAE								
<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.							x	
PUNICACEAE								
<i>Punica granatum</i> L.*				x		x		
RANUNCULACEAE								
<i>Ranunculus hydrocharoides</i> A. Gray								x
<i>Ranunculus harveyi</i> var. <i>australis</i> (T.S. Brandegee) L. Benson								x
RHAMNACEAE								
<i>Colubrina viridis</i> M.E. Jones		x	x			x	x	x
<i>Colubrina triflora</i> Brongn.								x
<i>Condalia globosa</i> I.M. Jhtn. var. <i>globosa</i>		x	x					
<i>Condaliopsis rigida</i> (Wigg.) Wigg.		x						
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. & Sch.) Zucc.						x	x	x

Apéndice I (Continuación)	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
=====								
ROSACEAE								
<i>Prunus purpurea</i> L.*						x		
RUBIACEAE								
<i>Coffea arabica</i> L.*						x		
<i>Randia megacarpa</i> Brandegee						x		x
<i>Randia obcordata</i> S. Wats								x
RUTACEAE								
<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christ.) Sw. var. <i>limetta</i> *				x		x		
<i>Citrus aurantium</i> L.*						x		
<i>Esebeckia flava</i> T.S. Brandegee						x	x	x
<i>Zanthoxylon arborescens</i> Rose						x	x	x
SALICACEAE								
<i>Salix bonplandiana</i> H.B.K. var. <i>bonplandiana</i>						x		x
<i>Salix sitchensis</i> Bong.			x	x				
SAPINDACEAE								
<i>Cardiospermum corindum</i> L.				x			x	
<i>Paullinia sonorensis</i> S. Wats.							x	
SAPOTACEAE								
<i>Bumelia occidentalis</i> Hemsl.		x						
SAURURACEAE								
<i>Anemopsis californica</i> (Nutt.) Hook. & Arn.	x							
SCROPHULARIACEAE								
<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Wettst.	x		x		x			
SOLANACEAE								
<i>Nicotiana glauca</i> R. Graham			x					
<i>Lycium californicum</i> Nutt. ex A. Gray	x	x		x	x			

Apéndice I (Continuación)	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Solanum hindsianum</i> Benth.		x	x	x	x	x	x	
<i>Solanum erianthum</i> D. Don						x	x	
STERCULIACEAE								
<i>Hermannia palmeri</i> Rose								x
<i>Melochia tomentosa</i> L.					x	x	x	
TURNERACEAE								
<i>Turnera diffusa</i> Willd.					x		x	
ULMACEAE								
<i>Celtis pallida</i> Torr.								x
VITACEAE								
<i>Vitis peninsularis</i> M.E.Jones						x		
VERBENACEAE								
<i>Aloysia barbata</i> (Brandeggee) Moldenke						x		
<i>Citharexylum flabellifolium</i> S. Wats.				x				
<i>Lantana velutina</i> Mart. & Gal.								x
<i>Lippia palmeri</i> S. Wats. var. <i>palmeri</i>				x	x		x	x
ZYGOPHYLLACEAE								
<i>Larrea tridentata</i> (Sesse & Moc. ex DC.) Coville	x	x		x				

## APENDICE II

## LISTADO FLORISTICO DE LOS HUMEDALES

Palmarcs, zonas periféricas al cuerpo de agua y riparias

SI, San Ignacio; SJB, San Juan Bautista Londo; EP, El Pilar; SPP, San Pedro de la Presa; SB, San Bartolo; ST, Santiago; PSP, Punta San Pedro y BS, Boca de la Sierra.

Especie	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Abutilon californicum</i>		X			X			
<i>Acacia brandegeana</i>		X	X					
<i>Acacia farnesiana</i>	X		X	X	X		X	X
<i>Acacia mcMurphyi</i>						X		
<i>Acacia peninsularis</i>						X		
<i>Acalypha comoduana</i>					X	X		
<i>Adelia virgata</i>						X		
<i>Aeschynomene nivea</i>						X		
<i>Agave sp.</i>				X		X		
<i>Aloe vera</i>		X						
<i>Ambrosia ambrosioides</i>			X	X	X			X
<i>Anemopsis californica</i>	X							
<i>Aralia scopolorum</i>					X			
<i>Arundo donax</i>			X		X			
<i>Asclepias subulata</i>						X		
<i>Aster spinosus</i>				X				X
<i>Atriplex canescens</i>							X	
<i>Atriplex sp.</i>	X							
<i>Baccharis glutinosa</i>			X	X	X			X
<i>Baccharis sarathroides</i>					X			
<i>Bacopa monnieri</i>	X			X			X	
<i>Bebbia juncea</i>			X		X	X		
<i>Bernardia mexicana</i>						X		
<i>Bignonia unguis-cati</i>					X			
<i>Bouyeria sonora</i>						X		
<i>Brickellia peninsularis</i>					X			
<i>Buddleia crotonoides</i>					X			
<i>Bumelia occidentalis</i>		X						
<i>Bursera epinnata</i>						X		
<i>Bursera microphylla</i>						X		X

## Apéndice II (Continuación)

Espece	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Caesalpinia arenosa</i>						X		
<i>Caesalpinia californica</i>				X				
<i>Cardiospermum corindum</i>						X		
<i>Carlowrightia californica</i>						X		
<i>Cassia sp.</i>						X		
<i>Celosia floribunda</i>					X			X
<i>Cenchrus ciliaris</i>			X					
<i>Cercidium floridum</i>		X			X	X		
<i>Cilindropuntia sp.</i>		X						
<i>Citrus sp.</i>			X		X			
<i>Cocos nucifera</i>					X			
<i>Coffea arabica</i>					X			
<i>Colubrina glabra</i>						X		X
<i>Condalia globosa</i>		X		X				
<i>Cordia brevispicata</i>						X		
<i>Coursetia glandulosa</i>						X		X
<i>Criptostegia grandiflora</i>			X	X				
<i>Cucurbita palmata</i>				X				
<i>Cynodon dactylon</i>	X			X				
<i>Cyperus esculentus</i>							X	
<i>Cyperus dioicus</i>	X							
<i>Cyrtocarpa edulis</i>						X		
<i>Dalea tinctoria</i>	X							
<i>Distichlis spicata</i>							X	
<i>Eclipta alba</i>				X				
<i>Echinodorus berteroi</i>								X
<i>Encelia sp.</i>							X	
<i>Erythrina flabelliformis</i>								X
<i>Euphorbia californica</i>						X		
<i>Eustoma exaltatum</i>				X				
<i>Ferocactus acanthodes</i>						X		
<i>Ficus sp.</i>			X			X		
<i>Fouquieria diguetii</i>						X		
<i>Gochnatia arborescens</i>						X		
<i>Gossypium harknessii</i>						X		
<i>Haematoxylon brasiletto</i>								X
<i>Heimia salicifolia</i>								X
<i>Heliotropium curassavicum</i>				X				

## Apéndice II (Continuación)

Especie	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Hymenoclea monogyra</i>					X	X		
<i>Hyptis laniflora</i>						X		
<i>Hyptis tephrodes</i>					X			
<i>Indigofera fruticosa</i>					X			
<i>Iresine calea</i>					X			
<i>Jatropha cinerea</i>		X		X	X	X		X
<i>Jatropha vernicosa</i>								X
<i>Juncus acutus</i>							X	
<i>Juncus mexicanus</i>	X							
<i>Justicia californica</i>					X	X		
<i>Justicia palmeri</i>						X		
<i>Karwinskia humboldtiana</i>						X		X
<i>Kosteletzkia depressa</i>						X	X	
<i>Lantana camara</i>						X		
<i>Leucaena microcarpa</i>			X	X		X		
<i>Ludwigia octovalvis</i>				X				
<i>Lycium sp.</i>		X					X	
<i>Lysiloma candida</i>						X		X
<i>Lysiloma divaricata</i>								X
<i>Mangifera indica</i>					X			
<i>Mammillaria sp.</i>						X		
<i>Mascagnia macroptera</i>		X						
<i>Matelea sp.</i>						X		
<i>Maytenus phyllanthoides</i>							X	
<i>Melochia tomentosa</i>					X	X		
<i>Mimosa xantii</i>					X	X		
<i>Nicolletia trifida</i>	X							
<i>Nicotiana glauca</i>				X				
<i>Olneya tesota</i>		X						
<i>Opuntia sp.</i>		X			X	X		
<i>Opuntia cholla</i>	X	X				X		
<i>Pachycereus pringlei</i>		X			X	X		
<i>Panicum purpurascens</i>			X			X		
<i>Panicum sp.</i>			X			X		
<i>Parkinsonia aculeata</i>			X	X				
<i>Paulothamnus spinescens</i>		X						
<i>Persea americana</i>					X			

## Apéndice II (Continuación)

Espece	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Pereskopsis porteri</i>						X		
<i>Phoenix dactylifera</i>	X	X	X	X		X	X	
<i>Phragmites communis</i>	X		X	X			X	
<i>Pithecellobium confine</i>						X		
<i>Pithecellobium dulce</i>			X	X				
<i>Pithecellobium undulatum</i>						X		X
<i>Porophyllum gracile</i>								X
<i>Porophyllum ochroleucum</i>						X		
<i>Potamogeton illinoensis</i>								X
<i>Prosopis articulata</i>	X	X	X					
<i>Prosopis palmeri</i>				X				
<i>Psidium guajava</i>			X		X			
<i>Punica granatum</i>			X					
<i>Prunus purpurea</i>					X			
<i>Psidium guajava</i>					X			
<i>Ricinus communis</i>	X		X		X	X		
<i>Saccharum officinarum</i>					X			
<i>Salix sitchensis</i>			X	X				
<i>Salix bonplandiana</i>	X							
<i>Sapium biloculare</i>		X						
<i>Schaefferia shreveii</i>		X						
<i>Scirpus americanus</i>							X	
<i>Senna atomaria</i>								X
<i>Senna villosa</i>						X		
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	X							
<i>Sida xantii</i>						X		
<i>Solanum hindsianum</i>				X		X		
<i>Solanum erianthum</i>						X		
<i>Solanum madrense</i>					X			
<i>Sorghum halepense</i>						X		
<i>Stenocereus gummosus</i>						X		
<i>Stenocereus thurberii</i>		X				X		
<i>Tecoma stans</i>					X	X		X
<i>Thryallis angustifolia</i>								X
<i>Turnera diffusa</i>						X		
<i>Typha domingensis</i>	X			X			X	
<i>Vallesia glabra</i>		X						

## Apéndice II (Continuación)

Espece	SI	SJB	EP	SPP	SB	ST	PSP	BS
<i>Viguiera tomentosa</i>						x		
<i>Vitis peninsularis</i>					x			
<i>Washingtonia robusta</i>	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Washingtonia filifera</i>	x							
<i>Zizyphus obtusifolia</i> var. <i>canescei</i>		x						



## APENDICE III

## DATOS ESTRUCTURALES DE LOS OASIS

F.C., Forma de crecimiento (Ar, árbol; Ab, arbusto; Tr, trepadora; Sc, suculenta; Hp, herbácea perenne); IVI, índice de valor de importancia.

Espece	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<b>OASIS SAN IGNACIO</b>				
<b>PERIFERIA AL CUERPO DE AGUA</b>				
<i>Phragmites communis</i>	Ab	283631.60	998	560166.40
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	44818.42	2358	167672.59
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ar	40926.49	1132	152400.75
<i>Prosopis articulata</i>	Ar	43.98	2	246.30
<i>Salix sp.</i>	Ar	105.79	8	195.72
<i>Typha domingensis</i>	Hp	45.79	10	87.00
<i>Anemopsis californica</i>	Hp	323.27	58	45.26
<i>Cynodon dactylon</i>	Hp	150.92	34	28.51
<i>Cyperus sp.</i>	Hp	42.72	8	11.21
<i>Bacopa monnieri</i>	Hp	93.09	10	8.38
<i>Acacia farnesiana</i>	Ab	6.69	10	6.56
<i>Sesuvium verrucosum</i>	Hp	32.30	34	4.55
<i>Ricinus communis</i>	Ab	1.54	2	1.85
<i>Juncus mexicanus</i>	Hp	1.82	6	0.07
<b>PALMAR</b>				
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ar	7995.77	194	32105.91
<i>Acacia farnesiana</i>	Ab	15.01	7	11.91
<i>Prosopis articulata</i>	Ar	7.70	4	10.39
<i>Dalea tinctoria</i>	Hp	12.03	3	10.03
<i>Cynodon dactylon</i>	Hp	24.19	15	7.50
<i>Nicolletia trifida</i>	Ha	19.23	68	4.47
<i>Washingtonia filifera</i>	Ar	2.26	1	2.04
<i>Atriplex sp.</i>	Hp	0.13	1	0.10
<i>Descon2</i>		0.16	2	0.06
<i>Cilindropuntia sp.</i>	Sc	0.16	1	0.03
<i>Opuntia cholla</i>	Sc	0.02	1	0.00

## Apéndice III (Continuación)

Espece	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<b>OASIS SAN JUAN BAUTISTA LONDO</b>				
<b>PERIFERIA AL CUERPO DE AGUA</b>				
<i>Prosopis articulata</i>	Ar	6164.17	37	35732.31
<i>Olneya tesota</i>	Ar	1126.01	6	6793.67
<i>Cercidium floridum</i>	Ar	807.39	3	4892.89
<i>Acacia brandegeana</i>	Ab	588.11	8	3164.49
<i>Jatropha cinerea</i>	Ab	679.71	38	1563.05
<i>Vallesia glabra</i>	Ab	574.16	47	1309.30
<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Ab	568.25	25	991.32
<i>Condalia globosa</i>	Ab	99.18	10	162.75
<i>Sapium biloculare</i>	Ab	37.70	1	150.80
<i>Opuntia sp.</i>	Sc	119.68	6	139.09
<i>Mascagnia macroptera</i>	Tp	82.70	27	63.66
<i>Lycium sp.</i>	Ab	59.50	18	54.49
<i>Schaefferia shreveii</i>	Ab	5.65	1	7.35
<i>Opuntia cholla</i>	Sc	3.11	1	2.80
<i>Stenocereus thurberi</i>	Sc	0.31	1	0.57
<i>Pachycereus pringlei</i>	Sc	0.20	2	0.23
<i>Abutilon californicum</i>	Hp	0.04	2	0.03
<b>PALMAR</b>				
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ar	2633.07	55	12051.64
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	7.54	1	48.25
<i>Zizyphus obtusifolia</i>	Ab	4.02	1	7.24
<i>Aloe vera</i>	Hp	7.54	2	6.41
<i>Vallesia glabra</i>	Ab	5.13	26	1.94
<i>Lycium sp.</i>	Ab	2.42	2	1.57
<i>Prosopis articulata</i>	Ar	1.37	4	0.68
<i>Jatropha cinerea</i>	Ab	0.05	1	0.05
<i>Bumelia occidentalis</i>	Ab	0.09	1	0.02

## Apéndice III (Continuación)

Especie	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<b>OASIS EL PILAR</b>				
<b>PERIFERIA AL CUERPO DE AGUA</b>				
<i>Salix sitchensis</i>	Ar	707.82	15	6035.71
<i>Panicum purpurascens</i>	Hp	898.98	39	4391.95
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	504.06	31	4143.37
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ar	553.68	13	3979.82
<i>Leucaena microcarpa</i>	Ab	454.78	7	2820.01
<i>Criptostegia grandiflora</i>	Tp	361.84	6	1316.45
<i>Phragmites communis</i>	Ab	338.08	5	1198.07
<i>Prosopis articulata</i>	Ar	150.80	1	1055.60
<i>Citrus sp.</i>	Ab	150.80	2	904.80
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Ab	381.56	23	675.76
<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar	465.16	6	464.96
<i>Ricinus communis</i>	Ab	74.65	15	219.63
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Ab	28.70	1	200.90
<i>Psidium guajava</i>	Ab	56.94	4	194.00
<i>Arundo donax</i>	Ab	47.13	1	188.52
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hp	108.36	6	97.46
<i>Panicum sp.</i>	Hp	88.52	4	84.09
<i>Bebbia juncea</i>	Hp	37.70	1	75.40
<i>Baccharis glutinosa</i>	Ab	19.11	5	38.41
<i>Acacia farnesiana</i>	Ab	2.45	1	7.35
<b>PALMAR</b>				
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	2228.40	120	17894.05
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ar	489.25	19	3052.92
<i>Punica granatum</i>	Ab	30.48	2	144.78
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Hp	104.80	8	81.74
<i>Leucaena microcarpa</i>	Ab	33.20	10	73.70
<i>Acacia brandegeana</i>	Ab	9.80	1	32.54
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Ab	12.03	3	16.36
<i>Acacia farnesiana</i>	Ab	6.24	2	13.73
<i>Bebbia juncea</i>	Hp	7.22	1	5.78
<i>Ficus sp.</i>	Ar	0.18	1	0.18

## Apéndice III (Continuación)

Especie	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<b>OASIS SAN PEDRO DE LA PRESA</b>				
<b>PERIFERIA DEL CUERPO DE AGUA</b>				
<i>Criptostegia grandiflora</i>	Tp	1301.62	37	2969.52
<i>Baccharis glutinosa</i>	Ab	267.68	17	976.66
<i>Nicotiana glauca</i>	Ab	49.03	14	86.04
<i>Cynodon dactylon</i>	Hp	210.43	11	70.95
<i>Acacia farnesiana</i>	Ab	24.06	6	24.16
<i>Bacopa monnieri</i>	Hp	49.77	10	20.02
<i>Heliotropium curassavicum</i>	Hp	42.25	6	19.45
<i>Jatropha cinerea</i>	Ab	13.76	6	17.09
<i>Solanum hindsianum</i>	Ab	16.65	2	15.82
<i>Typha domingensis</i>	Hp	10.21	1	10.32
<i>Aster spinosus</i>	Ab	26.64	21	9.07
<i>Salix sitchensis</i>	Ar	3.14	2	6.28
<i>Prosopis palmeri</i>	Ar	7.54	5	4.07
<i>Cucurbita palmata</i>	Hp	3.93	1	2.14
<i>Eclipta alba</i>	Ha	1.01	1	0.86
<i>Caesalpinia californica</i>	Ab	1.38	1	0.55
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	0.82	4	0.25
<i>Eustoma exaltatum</i>	Hp	0.19	1	0.23
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Hp	0.08	1	0.07
<b>PALMAR</b>				
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ar	3128.91	45	27909.86
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	488.49	6	3582.24
<i>Phragmites communis</i>	Ab	479.09	2	1604.96
<i>Pithecellobium dulce</i>	Ar	240.33	1	206.15
<i>Baccharis glutinosa</i>	Ab	60.57	2	166.57
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Ab	12.82	1	61.69
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Ab	34.81	3	53.37
<i>Jatropha cinerea</i>	Ab	3.11	1	34.61
<i>Agave sp.</i>	Sa	3.14	1	5.60
<i>Leucaena microcarpa</i>	Ab	11.22	1	5.15
<i>Condalia globosa var. globosa</i>	Ab	3.96	1	2.83

## Apéndice III (Continuación)

----- Especie -----	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<b>SAN BARTOLO</b>				
<b>PERIFERIA AL CUERPO DE AGUA</b>				
<i>Baccharis glutinosa</i>	Ab	331.60	13.00	1163.11
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	67.54	4.00	624.79
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Ab	233.23	15.00	590.85
<i>Hymenoclea monogyra</i>	Ab	196.04	15.00	443.04
<i>Hypytis tephrodes</i>	Ab	101.55	9.00	230.18
<i>Baccharis sarathroides</i>	Ab	45.87	2.00	158.24
<i>Acacia farnesiana</i>	Ab	29.00	2.00	98.59
<i>Arundo donax</i>	Ab	29.53	3.00	67.92
<i>Indigofera fruticosa</i>	Ab	23.43	6.00	31.89
<i>Brickellia peninsularis</i>	Ab	21.91	16.00	25.74
<i>Buddleia crotonoides</i>	Ab	5.07	1.00	9.64
<i>Cercidium floridum</i>	Ar	5.28	1.00	7.92
<i>Mimosa xantii</i>	Ab	5.73	3.00	6.12
<i>Jatropha cinerea</i>	Ab	6.79	8.00	5.39
<i>Celosia floribunda</i>	Ab	2.72	2.00	3.26
<i>Melochia tomentosa</i>	Ab	1.14	1.00	2.51
<i>Psidium guajava</i>	Ab	1.84	1.00	2.02
<i>Bebbia juncea</i>	Hp	1.01	1.00	1.01
<i>var. atriplicifolia</i>				
<i>Bignonia unguis-cati</i>	Tp	1.57	1.00	0.79
<i>Tecoma stans</i>	Ab	0.66	1.00	0.53
<i>Baccharis sarathroides</i>	Ab	0.47	1.00	0.28
<i>Acalypha comonduana</i>	Ab	0.54	2.00	0.21
<i>Opuntia sp.</i>	Sc	0.02	1.00	0.01
<i>Pachycereus pringlei</i>	Sc	0.02	1.00	0.01
<i>Opuntia nopal</i>	Sc	0.02	1.00	0.00
<b>PALMAR</b>				
<i>Mangifera indica</i>	Ar	1369.42	14	14056.50
<i>Persea americana</i>	Ar	651.88	5	6642.55
<i>Cocos nucifera</i>	Ar	252.90	4	5768.75
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	262.56	23	3597.24
<i>Prunus purpurea</i>	Ab	102.10	2	561.56

## Apéndice III (Continuación)

Espece	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<i>Psidium guajava</i>	Ab	121.36	6	521.85
<i>Saccharum officinarum</i>	Hp	180.64	1	361.28
<i>Vitis peninsularis</i>	Tp	54.98	1	274.89
<i>Aralia sp.</i>	Ar	33.18	1	139.34
<i>Solanum erianthum</i>	Ab	39.42	42	32.35
<i>Punica granatum</i>	Ab	15.80	2	25.28
<i>Tecoma stans</i>	Ab	9.41	2	14.11
<i>Ricinus comunis</i>	Ab	30.84	18	13.49
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Ab	8.98	2	6.74
<i>Acalypha comondwana</i>	Ab	3.26	6	2.25
<i>Brickellia peninsularis</i>	Ab	1.57	1	1.57
<i>Iresine calea</i>	Ab	1.13	1	1.24
<i>Abutilon californicum</i>	Hp	0.28	1	0.47
<i>Justicia californica</i>	Ab	0.39	1	0.16
<i>Coffea arabica</i>	Ab	0.14	1	0.11
<i>Citrus sp.</i>	Ab	108.39	3	628.32

**OASIS SANTIAGO****PERIFERIA AL CUERPO DE AGUA**

<i>Jatropha cinerea</i>	Ab	957.70	151	1752.14
<i>Fouquieria diguetii</i>	Ab	481.33	59	997.61
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Ab	159.89	8	520.52
<i>Tecoma stans</i>	Ab	266.64	38	501.28
<i>Colubrina glabra</i>	Ab	258.35	31	435.97
<i>Stenocereus gummosus</i>	Sc	100.08	10	331.61
<i>Mimosa xantii</i>	Ab	72.63	6	206.83
<i>Pithecellobium undulatum</i>	Hp	40.72	1	154.72
<i>Bebbia juncea</i>	Ab	57.55	8	152.52
<i>Caesalpinia arenosa</i>	Ab	102.01	48	117.82
<i>Euphorbia californica</i>	Ab	77.58	23	111.56
<i>Cercidium floridum</i>	Ar	66.59	10	103.54

## Apéndice III (Continuación)

Espece	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<i>Cordia brevispicata</i>	Ab	101.91	47	92.96
<i>Solanum hindsianum</i>	Ab	65.95	52	87.23
<i>Bursera eppinata</i>	Ab	21.59	2	70.17
<i>Viguiera tomentosa</i>	Ab	36.16	13	53.13
<i>Hymenoclea monogyra</i>	Ab	34.80	7	45.17
<i>Gossypium harknessii</i>	Ab	36.31	14	44.78
<i>Bernardia mexicana</i>	Ab	19.29	3	33.44
<i>Adelia virgata</i>	Ab	14.36	5	27.29
<i>Bernardia mexicana</i>	Ab	7.85	1	21.99
<i>Porophyllum ochroleucum</i>	Hp	19.40	14	21.99
<i>Senna villosa</i>	Ab	12.32	4	19.40
<i>Opuntia cholla</i>	Sc	25.92	40	18.55
<i>Pachycereus pringlei</i>	Sc	6.35	2	14.91
<i>Acalypha comonduana</i>	Ab	10.46	5	10.46
<i>Acacia peninsularis</i>	Ar	3.77	1	9.80
<i>Melochia tomentosa</i>	Ab	13.69	24	9.52
<i>Bourreria sonorae</i>	Ab	4.54	1	9.08
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Ar	7.07	1	8.48
<i>Stenocereus thurberii</i>	Sc	6.03	1	7.84
<i>Agave sp.</i>	Sa	8.97	7	5.96
<i>Justicia palmeri</i>	Hp	6.66	6	5.88
<i>Justicia californica</i>	Ab	8.30	12	5.74
<i>Hyptis laniflora</i>	Ab	7.98	12	4.42
<i>Coursetia glandulosa</i>	Ab	3.38	2	3.88
<i>Pereskiaopsis porteri</i>	Sc	2.20	1	3.30
<i>Carlownrightia californica</i>	Hp	2.47	3	2.22
<i>Lysiloma candida</i>	Ar	3.37	4	2.02
<i>Turnera diffusa</i>	Hp	8.58	89	1.90
<i>Opuntia nopal</i>	Sc	1.88	1	1.32
<i>Bursera microphylla</i>	Ar	0.35	2	0.51
<i>Ferocactus acanthodes</i>	Sc	0.87	7	0.35
<i>Aeschynomene nivea</i>	Ab	0.16	1	0.30
<i>Cardiospermum corindum</i>	Tp	0.47	3	0.19
<i>Acacia mcmurphyi</i>	Ab	0.56	1	0.17

## Apéndice III (Continuación)

Especie	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<i>Gochnatia arborescens</i>	Ar	0.24	1	0.14
<i>Cassia sp.</i>	Ab	0.09	1	0.07
<i>Asclepias subulata</i>	Hp	0.09	1	0.06
<i>Mammillaria sp.</i>	Sc	0.02	1	0.00
<i>Pithecellobium confine</i>	Ab	218.94	19	464.94
<b>PALMAR</b>				
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	555.87	78	9866.78
<i>Lantana camara</i>	Ab	68.07	7	122.52
<i>Panicum purpurascens</i>	Hp	92.35	8	81.96
<i>Kosteletzkia depressa</i>	Hp	65.66	17	75.70
<i>Solanum erianthum</i>	Ab	36.36	34	38.34
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ar	6.28	1	17.59
<i>Sida xantii</i>	Hp	12.44	7	14.40
<i>Matelea sp.</i>	Th	7.35	1	13.97
<i>Sorghum halepense</i>	Hp	9.61	2	12.98
<i>Cynanchum palmeri</i>	Tp	8.03	3	10.17
<i>Panicum sp.</i>	Hp	7.16	2	8.24
<i>Ricinus comunis</i>	Ab	3.16	4	4.66
<i>Ficus sp.</i>	Ar	2.20	1	1.54
<i>Leucaena microcarpa</i>	Ab	0.85	3	0.93
<b>OASIS PUNTA SAN PEDRO</b>				
<b>PERIFERIA DEL CUERPO DE AGUA</b>				
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	541.93	18	2474.78
<i>Lycium sp.</i>	Ab	268.18	18	509.55
<i>Maytenus phyllanthoides</i>	Ab	137.96	7	321.91
<i>Distichlis spicata</i>	Hp	159.44	3	100.98
<i>Encelia sp.</i>	Ab	23.88	1	66.85
<i>Juncus mexicanus</i>	Hp	9.82	1	19.64
<i>Bacopa monnieri</i>	Hp	235.62	1	7.07
<i>Cyperus sp.</i>	Ab			
<i>Phragmites communis</i>	Ab			
<i>Scirpus americanus</i>	Hp			
<i>Typha domingensis</i>	Hp			



## Apéndice III (Continuación)

Especie	F.C.	Cobertura	Abundancia	IVI
<b>PALMAR</b>				
<i>Washingtonia robusta</i>	Ar	930.00	98	5151.54
<i>Phoenix dactylifera</i>	Ar	876.59	9	4730.83
<i>Acacia farnesiana</i>	Ab	81.83	13	127.68
<i>Lycium sp.</i>	Ab	14.68	2	24.62
<i>Atriplex canescens</i>	Hp	40.84	1	20.42
<i>Kosteletzkya depressa</i>	Hp	0.31	1	0.44
<b>OASIS BOCA DE LA SIERRA PERIFERIA AL CUERPO DE AGUA</b>				
<i>Pithecellobium undulatum</i>	Ar	150.80	2	678.59
<i>Lysiloma divaricata</i>	Ar	248.50	26	410.03
<i>Lysiloma candida</i>	Ar	155.32	20	195.70
<i>Acacia farnesiana</i>	Ab	118.88	12	134.72
<i>Jatropha cinerea</i>	Ab	77.91	6	129.80
<i>Heimia salicifolia</i>	Ab	109.96	44	93.46
<i>Tecoma stans</i>	Ab	68.61	12	79.60
<i>Senna atomaria</i>	Ar	33.62	10	36.98
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Ar	20.36	2	32.57
<i>Ambrosia ambrosioides</i>	Ab	51.62	14	28.75
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Ar	11.44	2	20.58
<i>Baccharis glutinosa</i>	Ab	9.61	6	7.05
<i>Colubrina glabra</i>	Ar	7.54	2	6.79
<i>Aster spinosus</i>	Ab	12.38	16	6.34
<i>Coursetia glandulosa</i>	Ab	10.05	6	6.04
<i>Jatropha vernicosa</i>	Ab	5.03	4	5.53
<i>Thryallis angustifolia</i>	Hp	6.06	20	2.18
<i>Porophyllum gracile</i>	Hp	0.38	2	0.30
<i>Bursera microphylla</i>	Ar	0.50	4	0.28
<i>Celosia floribunda</i>	Ab	0.47	2	0.14
<i>Erythrina flabelliformis</i>	Ar	0.06	2	0.03
<b>NO HAY PALMAR</b>				

## CAPITULO 7

# LOS MACROARTROPODOS

*MARIA LUISA JIMENEZ, CARLOS PALACIOS Y ARMANDO TEJAS*

### Resumen

Se realizó un estudio sobre la composición y distribución de los macroartrópodos en ocho oasis de Baja California Sur, durante el período de 1994 a 1996. Se obtuvo un total de 2,565 organismos de veintiséis órdenes y 123 familias. Los depredadores fueron los más abundantes (44.8%), seguidos por los herbívoros (43.0%) y los detritívoros fueron incipientes (12.1%). Todos ellos asociados a la vegetación mesófila, a los mezquites, vinorama y frutales. Los órdenes más abundantes por oasis fueron: los arácnidos (59.9%) y hemípteros (10.0%) en El Pilar; los coleópteros (41.6%) en San Juan Bautista y los ortópteros (14.3%) en San Bartolo. San Juan Bautista (27.9%), El Pilar (21.2%) y San Bartolo (12.7%) fueron los sitios que mostraron mayor abundancia de artrópodos debido a la humedad ambiental. Las similitudes de las familias encontradas entre Santiago, Boca de la Sierra y San Bartolo fueron de las más altas por tener comunidades vegetales y condiciones ambientales similares. No obstante, los índices en general fueron bajos debido a que los muestreos se hicieron en diferentes estaciones del año. Con excepción de Punta San Pedro, todos compartieron siete familias de artrópodos, algunas de ellas con marcada filiación neártica.

### Abstract

A preliminary study was made of the composition and distribution of macroarthropods in eight oases of Baja California Sur. A total of 2,565 individuals of twenty orders and 123 families were collected. Predators were the most abundant (44.8%), followed by herbivores (43.0%) and detritivores (12.1%). All of them were associated with mesic vegetation and "mesquites", "vinorama", and orchards. The most abundant orders per oasis were Arachnida (59.9%) and Hemiptera (10.0%) in El Pilar; Coleoptera (41.6%) in San Juan Bautista, and Orthoptera (14.3%) in San Bartolo. San Juan Bautista (27.9%), El Pilar (21.2%), and San Bartolo (12.7%) had the highest abundance of arthropods because of the wet season and irrigation. Similarity indices of Santiago, Boca de La Sierra, and San Bartolo were highest because of the vegetation communities and environmental conditions. These indices in all oases were low because they were sampled in different seasons. With the exception of Punta San Pedro, they had seven families of arthropods in common. Some like the anyphenids, had a nearctic affiliation.

## Introducción

Las actuales condiciones semiáridas de la península de Baja California han sido consecuencia de sus alternativos hundimientos y emergencias, de su separación y desviación hacia el noroeste del continente, a lo largo de la falla de San Andrés y a la desertificación (Stock y Hodges 1989).

Hoy la Península, la segunda más grande y geográficamente más aislada del mundo (Gastel y Jensky 1973; Grismer y McGuire 1993), tiene un intervalo muy amplio de variables climáticas, debido a la influencia de dos mares disímiles que la rodean y por su compleja topografía. Ello ha originado a ambientes que van desde el desierto cálido del noreste hasta la selva baja caducifolia en la parte sur, así como un bosque de coníferas en las altas montañas al norte y un bosque endémico de pino-encino al sur (Grismer 1993).

Durante el Plioceno (8000 a 10000 años), conjuntamente con la evolución geomorfológica de Baja California, se inició una transformación de su región central, cambiando de un área de bosque méxico subtropical y pastos, a un matorral xerófilo (Grismer y McGuire 1993). Esta transformación dejó muchos lugares méxicos relictos, hoy conocidos como oasis que alojan taxa de fauna como la ranita *Hyla regilla*, la tortuga *Trochemys scripta*, la iguana *Elgaria paucicarinata*, las culebras *Thamnophis hammondi* y *Masticophis lateralis*, (Grismer y McGuire op.cit.), y algunos fueron extirpados de otros ambientes méxicos de la Península por degradación del hábitat, como el sora, *Porzana carolina* (Guzman, et al. 1994), el zambullidor *Tachybaptus dominicus* y el pez endémico *Fundulus lima* (Follett 1961; Llinas y Jiménez 1997).

A pesar de que existen muchos trabajos sobre los artrópodos de la Península, no existen obras relacionadas específicamente con la fauna de los oasis. Muchas de las especies descritas, han sido reportadas en los trabajos de las expediciones realizadas por la Academia de Ciencias de California al Golfo de California (Horn 1894, Banks 1898, Blaisdell 1923, Cockerell 1923, Cole 1923, Van Duzee 1923, Hebard 1923 y 1931, Chamberlin 1924, Linsley 1939) y en recientes revisiones taxonómicas de Van Dyke (1942), Cazier (1948), Williams (1980), Doyen (1984), Hovore (1988), Brown y Donahue (1989).

En este capítulo se muestra la estructura y distribución de la comunidad de artrópodos asociados a ocho oasis de Baja California Sur, su papel ecológico y su relación con los ambientes méxicos.

## Materiales y Métodos

Se visitaron ocho oasis (localizados en mesetas, cañadas, cursos de arroyo, o adyacentes a represas y esteros), seleccionados de acuerdo a sus dimensiones, disponibilidad de agua, tipos de comunidades florísticas y a su asociación con los asentamientos humanos. Se consideró como un "oasis" a todo ecosistema

dependiente de un cuerpo de agua permanente o semipermanente situado desde la sierra de la Giganta hasta la sierra de San Lázaro. Aunque los sistemas acuosos de la Región del Cabo no sean considerados como verdaderos oasis por estar inmersos en un ambiente aislado (Grismer y McGuire 1993), fueron incluidos en este trabajo porque agrupan especies mesófilas.

El trabajo se realizó en ocho salidas de campo de noviembre de 1994 a noviembre de 1996 (Cuadro 1). Se consideraron de tres a cuatro sitios de colecta en cada oasis, con los siguientes criterios: dos paralelos a la orilla del cuerpo de agua; uno en la zona de palmar y uno más en la zona agrícola si la había.

En cada sitio se delimitó un transecto de franja de 200 m de longitud y veinte m de ancho. El número total de transectos fue de veintidós y cubrió una superficie de 88 000 m<sup>2</sup>. Se llevaron a cabo colectas diurnas y nocturnas, desde el nivel del suelo hasta el estrato arbóreo, utilizando redes entomológicas (de golpeo y fondo plano) y cuando fue posible se hicieron búsquedas manuales, bajo rocas y troncos, en oquedades y corteza con ayuda de lámparas de luz blanca y ultravioleta. El tiempo promedio dedicado por cada sitio fue de 17.5 hr. El material biológico fue fijado en alcohol al setenta por ciento. En el laboratorio fue identificado con la ayuda de microscopios de disección.

Se determinó la similitud entre oasis medida con el coeficiente de comunidad de *Jaccard*: (Bower y Zar, 1977)

$$CC_j = \frac{c}{s_1 + s_2 - c}$$

donde  $s_1$  y  $s_2$  son el número de familias de artrópodos en cada una de dos comunidades comparadas, y  $c$  es el número de familias compartidas. Los datos de precipitación y temperatura media anual fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua en B.C.S., y correspondieron a intervalos de diez a cincuenta años.

## Resultados y Discusión

De los ocho sitios muestreados se obtuvo un total de 2,565 individuos agrupados en veintiun órdenes y 123 familias. Los seis órdenes más abundantes fueron: Arachnida, Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera y Lepidoptera. Los picos más altos fueron para los arácnidos en el oasis El Pilar en la primavera; los coleópteros en San Juan Bautista en invierno, ortópteros, en San Bartolo; homópteros en Santiago en otoño e invierno y en Punta San Pedro para himenópteros en el invierno (Cuadro 1).

Las comunidades desérticas, a pesar del escaso suministro de agua aportado por las lluvias (Crowford 1981) albergan una fauna de artrópodos muy diversa y

**Cuadro 1.-** Sitios de colecta de artrópodos en los oasis de Baja California Sur, México

Sitio	Fecha de colecta
San Ignacio	Noviembre 1994
Santiago	Noviembre 1995 y Septiembre 1996
Boca de la Sierra	Noviembre 1995
San Bartolo	Noviembre 1995 y Septiembre 1996
San Juan Bautista	Diciembre 1995
El Pilar	Abril 1996
Punta San Pedro	Octubre 1996
San Pedro de la Presa	Julio 1996

abundante (Polis 1989), la que a su vez, junto con las especies de origen méxico, relictas o introducidas, se ve favorecida en los oasis, mismos que proporcionan la humedad necesaria para su mantenimiento estable. Por ello, no es sorprendente el alto número obtenido de arácnidos, coleópteros, himenópteros, ortópteros y hemípteros encontrados en los oasis, sobre todo en aquellos donde se colectó en la época más húmeda del año. Es indudable que esta abundancia se debe también a que se consideraron a los artrópodos de las zonas agrícolas. En San Juan Bautista, el mayor número de ellos fue obtenido en la zona de cultivo.

En El Pilar los arácnidos fueron más abundantes, principalmente en la vegetación de los cauces de los arroyos de temporal (*Prosopis articulata* y *Acacia spp.*), en menor escala en el suelo, pastos y vegetación mesófila. Las arañas de suelo (*Pardosa spp.*, *Arctosa sp.*) fueron de las más abundantes debido a que están asociadas a cuerpos de agua y se distribuyen en todo el Estado (Dondale y Redner 1983). Algunas especies, como el alacrán *Centruroides exilicauda*, fueron localizados principalmente bajo o sobre las brácteas de las palmas (*Washingtonia robusta*), y bajo o en los tallos de diversos arbustos. Este alacrán no cava refugios, y tiende a subirse a la vegetación, ocultándose entre la corteza u otras oquedades, para refugiarse y protegerse de los depredadores (Williams 1971).

Los artrópodos de este estudio se agruparon en gremios siguiendo a Polis (1991), de acuerdo a sus hábitos alimentarios. Se consideraron como depredadores a los artrópodos que matan a otros animales para alimentarse, estuvieron representados en un 44.8%; herbívoros a los que se alimentan de néctar, polen, semillas, raíces, madera, hojas, tallos etc., les correspondió un (43.0%) y en los detritívoros se incluyeron a los que consumen materia muerta y que pueden ser omnívoros, cuando surge la oportunidad de alimentarse de materia vegetal o animal viva. A éstos les correspondió un 12.1% ( Apéndice 1).

Los artrópodos depredadores en los desiertos son tan abundantes que llegan a formar la mayor proporción de biomasa animal, misma que excede aquella correspondiente a la de los vertebrados (Polis y Yamashita 1991). En nuestros resultados de los oasis estudiados, ellos reflejaron una abundancia ligeramente menor que la de los herbívoros (Apéndice 1). Los arácnidos fueron los depredadores más abundantes, lo que no es sorprendente pues se conoce que la diversidad de sus especies es tan alta que tan sólo en Norte América hay una proporción de dos a trece especies de alacranes; de treinta a más de 100 especies de arañas y de seis a veintiocho especies de matavenados (Polis y McCormick, 1986). En Baja California los escorpiones de la familia Vaejovidae forman el 84% de las sesenta y un especies descritas y algunos bítidos como los del género *Centruroides* en Norte América, forman densas poblaciones de 2000 a 5000 alacranes/ha (Polis 1991). En este estudio, las arañas fueron las más abundantes de todos los artrópodos, probablemente favorecidas por las condiciones ambientales estables que les proporcionan las malezas, los arbustos y árboles y por la alta proporción de los herbívoros que les sirven de alimento.

En estos ambientes los arácnidos son oportunistas, y para sobrevivir capturan cualquier tipo de presa, pues son muy poco discriminadores y sólo algunas especies tienden a especializarse como la araña *Mimetus spp.* que sólo captura a otras arañas; otras como *Steatoda spp.* y *Oecobius spp.*, sólo comen hormigas y algunos redúvidos, asíidos, hormigas, carábidos, y estafilínidos tienen como alimento principal a todo tipo de insecto necrófago (Polis 1991).

De acuerdo con Polis (1991) las especies asociadas a los oasis ó a ambientes modificados por el hombre no poseen las adaptaciones necesarias para la conservación eficiente de agua, como las de las zonas desérticas, tal es el caso de las arañas que forman redes orbiculares (algunas Araneidae), pues no están adaptadas para conservar el agua corporal y además requieren de un tipo de vegetación con una arquitectura más compleja para construir sus redes como la proporcionada por los frutales, mezquites y vinorama.

Las comunidades de insectos herbívoros en los oasis estudiados estuvo regida por la presencia de las plantas hospederas especialmente por los mezquites (*Prosopis articulata* y *P. palmeri*), malezas, pastos y frutales asociados a los cuerpos de agua. Y esto probablemente se debe a su cobertura y arquitectura de estas plantas como en el caso del mezquite (Simpson 1977), pues estos factores influyen en el número de especies de insectos que la alberguen (Lawton 1983; Strong *et al.* 1984).

El mezquite es una leguminosa propia de los desiertos Sonorense y Chihuahuense (Simpson 1977, Leakey y Last 1980), la que puede adquirir forma arbórea o arbustiva (Hadley y Szarek, 1981). En las zonas de estudio los mezquites adquieren la forma arbórea en los lechos de los arroyos temporales adyacentes a los oasis, y albergan el mayor número de artrópodos tanto herbívoros como depredadores. Se ha registrado que los mezquites alojan aproximadamente 200

especies de insectos herbívoros que consumen ramas, hojas y frutos (Cates y Rhoades 1977). Nuestros resultados coinciden con estos autores ya que la mayor parte de los insectos herbívoros y depredadores, fueron colectados sobre estos árboles (Cuadro 2).

**Cuadro 2.-** Número de artrópodos asociados a los tipos de vegetación de los oasis de Baja California Sur. El Pilar (EP), Santiago (SAN), Boca de la Sierra (BS), San Bartolo (SB), San Juan Bautista (SJB), San Ignacio (SI), San Pedro de la Presa (SP), Punta San Pedro (SPI).

Sitio	El Palmar	Zona agrícola	Vegetación asociada a los arroyos
EP	100	0	446
SAN	155	0	78
BS	0	41	140
SB	0	18	309
SJB	0	415	301
SI	0	80	199
SP	0	160	53
SPI	0	0	70
Totales	255	714	1596

En los oasis estudiados, las hormigas fueron abundantes cerca de los cuerpos de agua, en los mezquites, lomboy (*Jatropha spp.*), en hormigueros bajo piedras y en el suelo arenoso. Es importante señalar que las hormigas junto con las termitas son los organismos dominantes en número y biomasa, y son de particular importancia las forrajeras que se encargan de reciclar los nutrientes y establecer el flujo de energía en los ecosistemas desérticos (Pisarski 1978, Crawford 1981, Briesse 1982, Reyes-López 1987, Mackay 1991).

En los oasis, los detritívoros fueron de los más escasos y se localizaron principalmente en las zonas agrícolas y el palmar. Sin embargo, es probable que su abundancia pueda incrementarse localmente durante ciertas épocas del año, como sucede en las zonas áridas durante las épocas desfavorables. En estos ecosistemas los artrópodos detritívoros migran a sitios más protegidos y ricos en alimento, que generalmente se encuentran bajo el suelo (Crawford 1991).

A pesar de que San Juan Bautista, El Pilar y San Bartolo son lugares distantes entre sí, mostraron las mayores abundancias de artrópodos (Cuadro 2). En San Juan Bautista, la mayor abundancia fue en la zona agrícola (melón y sandía), siendo más escasa en la vegetación asociada al arroyo (*Prosopis articulata*, *Olneya tesota* y *Jathropha cinerea*) (Cuadro 3). En El Pilar los artrópodos fueron más abundantes en la vegetación asociada al arroyo (*Panicum purpurascens*, *Prosopis articulata*, *Salix sitchensis*) y menor en el palmar (*Washingtonia robusta*

**Cuadro 3.-** Temperatura y Precipitación anual correspondiente a intervalos de 10 a 50 años y la abundancia relativa de los artrópodos de los oasis de Baja California Sur, México, durante 1994-1996.

Sitio	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Abundancia relativa (%)
El Pilar	21.8	212.8	21.29
San Ignacio	21.5	96.0	10.88
San Bartolo	21.9	320.3	12.75
Boca de la Sierra	23.3	416.1	7.06
San Juan Bautista	23.0	145.4	27.92
Punta San Pedro	21.9	159.4	2.72
Santiago	23.8	383.7	9.08
San Pedro de la Presa	22.1	273.0	8.3
Total			100.0

y *W. dactylifera*). En San Bartolo la mayor captura se obtuvo en el arroyo (*Baccharis glutinosa*, *Ambrosia ambrosioides*, *Hymenoclea monogyra*) y la menor en el huerto (*Mangifera indica* y *Citrus spp.*); con un régimen de lluvias en el verano y escaso en invierno. En cuanto a Boca de la Sierra sus abundancias fueron obtenidas en la vegetación de la orilla del arroyo (*Pithecellobium undulatum*, *Lysiloma divaricata*, *L. candida*), y en Santiago en el palmar (*Washingtonia robusta*, *Panicum purpurascens*, *Kosteletzkia depressa*) (Cuadro 3), con una precipitación anual similar en ambos sitios (Cuadro 2).

San Ignacio y San Pedro de la Presa tuvieron una abundancia escasa (Cuadro 2). En San Ignacio el mayor número de organismos se obtuvo en la vegetación asociada al arroyo (*Phragmites communis*, *Washingtonia robusta*, *Phoenix dactylifera*, *Prosopis articulata*) y en el huerto (*Citrus spp.*), y en San Pedro de la Presa la mayor abundancia fue en la zona agrícola (*Citrus spp.*, *Ficus sp.*) y menor en la vegetación mesófila (*Criptostegia grandiflora*, *Baccharis glutinosa*, *Nicotiana glauca*) (Cuadro 3); sin embargo, las libélulas fueron extraordinariamente abundantes. Es posible que la causa de esta escasez se debió a que la colecta se realizó en el verano, temporada en que estos organismos se ocultan por las elevadas temperaturas. Estos oasis perciben muy bajas precipitaciones pluviales (Cuadro 2).

A pesar de que Punta San Pedro tiene una precipitación pluvial anual de 273 mm, fue el único lugar donde no se colectaron arácnidos, y la abundancia de insectos en general, fue la más incipiente (Cuadro 2). Estos resultados probablemente son consecuencia por la época del año en que se realizó el muestreo



(Cuadro 1) y quizá por la influencia de los vientos que soplan del Océano Pacífico, por estar ubicado cerca de la línea de costa.

Casi todos los oasis estudiados han sido modificados en mayor o menor grado por la mano del hombre, ya sea por la introducción de animales y plantas exóticas, y/o por la presencia de zonas agrícolas, que han alterado su estado original y consecuentemente su fauna nativa. Los factores como la humedad, han favorecido la presencia de artrópodos mesófilos en estos hábitats, debido a la mayor humedad ambiental a causa del riego.

Aunque las similitudes entre oasis fueron bajas San Bartolo, Boca de La Sierra y Santiago fueron los oasis más parecidos en cuanto a las familias de artrópodos (Cuadro 4), debido a que todas las colectas se realizaron en otoño y están asociadas a condiciones ambientales y de vegetación similares. Así también las similitudes fueron más altas entre San Bartolo, El Pilar, Boca de la Sierra y San Juan Bautista, a pesar de que los muestreos fueron realizados en diferentes estaciones del año. Estas similitudes pueden deberse a la permanencia de los cuerpos de agua, que mantienen una vegetación semejante y más constante. San Juan Bautista queda fuera de esta consideración, porque carece de arroyos permanentes, aunque esto se compensa quizá, por el aporte de agua procedente del riego agrícola. Las menores similitudes se registraron entre Punta San Pedro, El Pilar, San Juan Bautista y Boca de la Sierra, debido a que los muestreos se realizaron en épocas diferentes y además porque esos sitios no comparten el mismo tipo de vegetación. También pudo deberse a que Punta San Pedro se localiza a nivel del mar y los otros sitios están a una mayor altitud, tienen mayor humedad y su vegetación es quizá más rica (Cuadro 4). Estos resultados nos indican que a pesar de haber muestreado cada sitio en diferentes épocas, pueden albergar una fauna de artrópodos exclusiva, pues las similitudes en todos los oasis fueron bajas, aún donde el muestreo se realizó en la misma temporada. Sólo se encontró que siete familias de artrópodos fueron las más comunes en todos los oasis (con excepción de Punta San Pedro) (Cuadro 5). En Boca de la Sierra la más abundante fue Anyphaenidae (16.6%); Dictynidae (5.5%), Salticidae (10.6%), Curculionidae (23%) y Tenebrionidae (17%) en San Juan Bautista; Theridiidae en El Pilar (6%); Formicidae en Punta San Pedro (70%) (Apéndice 1).

Las arañas de la familia Anyphaenidae, parecen tener su origen en el neotrópico, e incluye especies neárticas y neotropicales (Platnick 1974). Nosotros las encontramos asociadas a pastos y en la vegetación mesófila. A pesar de que fueron dominantes en Boca de La Sierra, los anifénidos fueron comunes en todos los oasis, esto indica que están asociados a las condiciones de tipo mesófilo que les proporciona la vegetación, pues se les localizó en pastos, yerbas y árboles. En El Pilar los terídidos fueron dominantes. Algunas especies se localizaron en los mezquites y pastos asociados a los cuerpos de agua, donde tejen sus redes de caza. En San Juan Bautista las arañas de la familia Dictynidae fueron abundantes, se les encontró en sus redes amorfas que tejen entre las hojas y pequeñas ramas de los frutales y los arbustos y malezas de los arroyos. Los salticidos son arañas

**Cuadro 4.-** Similitudes, según el índice de Jaccard de los diferentes oasis de Baja California Sur. El Pilar (EP), San Juan Bautista (SJB), Boca de la Sierra (BS), Santiago (SAN), San Ignacio (SI), San Pedro de la Presa (SP) y Punta San Pedro (SPI).

	EP	SJB	BS	SB	SAN	SI	SP	SPI
EP	0							
SJB	0.22	0						
BS	0.26	0.31	0					
SB	0.32	0.35	0.36	0				
SAN	0.25	0.23	0.38	0.32	0			
SI	0.3	0.17	0.27	0.27	0.26	0		
SP	0.14	0.12	0.2	0.17	0.25	0.19	0	
SPI	0.04	0.06	0.09	0.11	0.15	0.11	0.14	0

**Cuadro 5.-** Familias de artrópodos que se encuentran presentes en los ocho oasis estudiados en Baja California Sur, durante el período comprendido de noviembre de 1994 a noviembre de 1996.

Familia	Nombre Común
Anyphaenidae 1	Arañas corredoras
Dictynidae 1	Arañas cribeladas
Salticidae 1	Arañas saltadoras
Theridiidae 1	Arañas tejedoras de redes de laberinto
Curculionidae 2	Picudos
Tenebrionidae 2	Escarabajos detritívoros
Formicidae 3	Hormigas

Ordenes: 1 Araneae, 2 Coleoptera, 3 Hymenoptera.

errantes, que se localizaron en la vegetación mésica y en las zonas de cultivo. Comparadas con las arañas de otras familias, éstas están provistas de una excelente vista, que les permite capturar con gran eficiencia, a los insectos voladores. Los picudos de la familia Curculionidae se alimentan de casi todas las partes de los vegetales, como *Sitophilus*, que incluye especies que son perjudiciales y pueden caer en estado de plaga, y los llamados pinacates o mayates de la familia Tenebrionidae tienen hábitos saprófagos, fitófagos o micetófagos, y se les encontró sobre plantas, debajo de cortezas, piedras y troncos. Los géneros *Eleodes* y *Tenebrio*, que fueron comunes en San Juan Bautista, son de importancia económica.

## **Conclusiones**

Los macroartrópodos de los oasis de Baja California Sur son taxonómicamente diversos y algunos grupos como los arácnidos, hormigas y coleópteros por su abundancia, fueron los más exitosos. No obstante, su presencia estuvo influenciada por las condiciones ambientales del microhábitat proporcionadas por el tipo de vegetación asociada a estos oasis en el momento de su captura. Es por ello, que en sitios donde se esperaba una mayor cantidad de organismos como en San Pedro de La Presa, no se encontraron porque el muestreo fué realizado durante el verano. La mayoría de los macroartrópodos fueron capturados principalmente en pastos y malezas, árboles y arbustos y en los frutales, y en la mayoría de los casos, en las estaciones más húmedas del año. Las bajas similitudes obtenidas entre los oasis estudiados, indican que pueden albergar una fauna de artrópodos exclusiva en cada uno de ellos, no obstante, estos resultados deben corroborarse con más estudios.

Los oasis, han sido modificados, en mayor o menor grado por el hombre al introducir algunas plantas y animales exóticos y por el deterioro de las zonas acuíferas utilizadas para el riego. Es por lo tanto, urgente que estos ambientes sean protegidos, pues aún cuando su fauna y flora son parcialmente conocidos, los estudios relacionados con los artrópodos son nulos y deben ser abordados para conocer sus interrelaciones en estos medios.

## **Agradecimientos**

Agradecemos al B.M. Jorge Llinas por las atinadas sugerencias a este manuscrito, a la Dra. Laura Arriaga por el apoyo proporcionado a este estudio.

## **Literatura citada**

- Banks, N. 1898. Arachnida from Baja California and other parts of Mexico. Proceedings of the California Academy of Sciences. (Ser 3) 1(7):205-308.
- Brown, J.W. y Donahue, J. P. 1989. The Sphingidae (Lepidoptera) of California, Mexico. Journal of The Lepidopterists Society 43(3): 184-209.
- Blaisdell, F.E. 1923. Expedition of the California Academy of Sciences in the Gulf of California in 1921. The Tenebrionidae. Proceedings of the California Academy of Science 12:201-288.
- Briese, D.T. 1982. The effect of ants on the soil of a semi-arid saltbush habitat. Insectes sociaux 29:375-386.
- Bower, J.E. y Zar J.H. 1977. Field and laboratory methods for general Ecology Wm. C. Brown Co. Publishers 194 pp.

- Cates, R.G., y D.F. Rhoades. 1977. *Prosopis* leaves as a resource for insects. En: B.B. Simpson (Ed), Mesquite: its Biology in two desert scrub ecosystems. Stroudsburg, pa.: Dowden, Hutchinson and Ross. 61-83.
- Cazier, M.A. 1948. The origin, distribution, and classification of the tiger beetles of Lower California (Coleoptera: Cicindelidae). American Museum Novitates No. 1382: 1-28.
- Cockerell, T.D.A. 1923. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921-The bees (1). Proceedings of the California Academy of Sciences 12:73-103.
- Cole, F. E. 1923. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921-The Bombyliidae (bee flies). Proceedings of the California Academy of Sciences 12:289-314.
- Chamberlin, R.V. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921-The spider fauna of the shores and islands of the Gulf of California. Proceedings of the California Academy of Sciences 12:561-694.
- Crawford, C.S. 1981. Biology of Desert invertebrates. New York: Springer-vertog.
- Crawford, C.D. 1991. The community Ecology of Macroarthropod detritivores En: The Ecology of Desert Communities. Polis G. (Ed.) The University of Arizona Press. Tucson. 113-150.
- 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.
- Doyen, J.T. 1984. Systematics of *Eusanttus* and *Conisattus* (Coleoptera; Tenebrionidae; Coniontini; Eusatti). Occasional Papers of the California Academy of Sciences 141:1-104.
- Follett, W.I. 1961. The fresh-water fishes their origins and affinities. Symposium: The Biogeography of Baja California and adjacents seas. Systematic Zoolology 9(3+4):212-232.
- Gastil, R.G. y W. Jensky. 1973. Evidence for strike-slip displacement beneath the trans-mexican volcanic belt. En: Proceedings of the Conference on tectonic problems of the San Andres fault System. Kvach, R.L. y A. Nur. (Eds.), Stanford University Publishers Geological Science 73. 171-180.
- Grismer, L.L. 1993. Ecogeography of the Peninsular Herpetofauna of Baja California Mexico and its utility in Historical Biogeography. En: Proceeding of the Conference of North American Herpetology . Wright, J.W. y P. Brown (Eds) Van Nuys. California Southwestern Herpetological Society (in press).

- Grismer, L.L. y J.A. McGuire. 1993. The oases of Central Baja California México, Part I. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the oases. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 92:2-24.
- Guzmán, J., R. Carmona, E. Palacios y M. Bojorquez. 1994. Distribución temporal de aves acuáticas en el estero de San José del Cabo, B.C.S. México. *Ciencias Marinas* 20(1):93-103
- Hadley, N.F. y S.R. Szarek. 1981. Productivity of desert ecosystems. *Bioscience* 31:747-753.
- Hebard, M. 1923. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921-The Dermaptera and Orthoptera. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 12:319-340.
- Hebard, M. 1931. Studies in Lower California Orthoptera. *Transpacific American Entomological Society* 57:113-128.
- Hom, G. H. 1894. The Coleoptera of Baja California. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 4: 302-449.
- Hovanitz, W. 1958. Distribution of butterflies in the New World. *Zoogeography*, American Association of Advances Sciences publishers No. 51: 321-368.
- Hovore, F.T. 1988. Additions to the Cerambycid beetle fauna of Baja California, Mexico: Records and Descriptions Coleoptera:Cerambycidae). *The Wasmann Journal of Biology* 46(1-2): 1-29.
- Lawton, J.H. 1983. Plant architecture and the diversity of photophagous insects. *Annual Review of Entomology* 28:23-39.
- Leakey, R.R.B. y F.T. Last. 1980. Biology and potential of *Prosopis* species in arid insects. *American Naturalist* 118:317- 338.
- Linsley, E. G. 1939. The origin and distribution of the Cerambycidae of North America with special reference to the fauna of the Pacific slope. *Proceeding of the Sixth Pacific Science Congress* 4: 269-282.
- Llinas, J. y Jiménez, M. L. 1997. Recent Record of the least grebe *Tachybaptus dominicus* in Baja California Sur, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM. Ser. Zool.* 68(1):187-191.
- Mackay W.P. 1991. The role of ants and termites in desert communities in: *The Ecology of desert communities* (G. Polis ed.) 113-150. The University of Arizona Press. Tucson 89-112.
- Pisarski, B. 1978. Comparison of various biomes. En: Brian, M.V. (Ed.), *production ecology of ants and termites*. Cambridge: Cambridge University Press 326-331.

- Platnick, N. 1974. The spider family Anyphaenidae in America North of Mexico. *Bulletin of the Museum Comparative of Zoology* 146(4):205-266.
- Polis, G.A. 1991. Food webs in Desert communities complexity via diversity and omnivory. En: *The Ecology of Desert Communities*. Polis, G. (Ed.) The University of Arizona Press. Tucson 383-437.
- Polis, G.A. y S.J. McCormick. 1986. Patters of resource use and age structure among species of desert scorpions. *Journal of Animal Ecology* 55:59-73.
- Polis, G. A. y T. Yamashita. 1991. The ecology and importance of predaceous arthropods in Desert communities. En: *Ecology of Desert Communities*. Polis, G.(Ed.) The University of Arizona Press. Tucson. 180-215.
- Polis, G. A.,C.A. Myers y R. Holt. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation: Potential competiores that eat each other. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20:297-330.
- Reyes-López, J.L. 1987. Optimal foraging in seed-harvester ants:computer-aided simulation. *Ecology* 68:1630-1633.
- Simpson, B.B. 1977. *Mesquite: its Biology in two desert scrub ecosystems*. Stroudsburg, Pa.: Downden, Hutchinson and Ross.
- Stock, J.M. y K.V. Hodges. 1989. Pre-Pliocene extension around the Gulf of California and the transfer of Baja California to the Pacific Plate. *Tectonics* 8:99-115.
- Strong, D.R.,J.H. Lawton, y T.R.E. Southwood. 1984. *Insects on plants community patterns and mechanisms*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Van Duzee, E. P. 1923. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921-The Hemiptera (True bugs, etc.). *Proceedings of the California Academy of Sciences* 12:123-200.
- Van Dyke, E. C. 1942. Contributions toward a knowledge of the insect fauna of Lower California-Coleoptera: Buprestidae. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 24:97-132.
- Williams, S.C. 1980. Scorpions of Baja California, México, and Adjacents Islands. *California Academy of Sciences* 135:1-127.

Wisdom, C.D. 1991. Patters of Heterogeneity in desert herbivorous insect comunities: En: The Ecology of desert communities. G. Polis (Ed.) The University of Arizona Press. Tucson. 151-180.

**Apéndice 1.-** Abundancia relativa (%) de familias de artrópodos de ocho oasis de Baja California Sur, durante el periodo de noviembre de 1994 a noviembre de 1996. El Pilar (EP), Santiago (SAN), Boca de la Sierra (BS), San Bartolo (SB), San Juan Bautista (SJB), San Ignacio (SI), San Pedro de la Presa (SP), Punta San Pedro (SPI).

	EP	SAN	BS	SB	SJB	SI	SP	SPI
<b>DEPREDADORES</b>								
Agelenidae	0.54	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00
Anypheidae	1.28	1.28	16.60	0.61	0.00	1.43	2.82	0.00
Araneidae	4.90	1.28	3.31	6.11	0.30	0.00	0.00	0.00
Buthidae	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.16	0.00
Caponidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.09	0.00	0.00
Clubionidae	2.74	0.00	1.10	0.61	0.69	0.00	0.00	0.00
Dictynidae	0.91	2.57	0.00	4.62	5.58	0.71	2.82	0.00
Filistatidae	0.36	0.00	0.00	0.30	0.13	0.00	0.00	0.00
Gnaphosidae	0.54	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
Heteropodidae	2.01	0.00	0.00	0.91	0.41	0.00	0.00	0.00
Loxoscelidae	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lycosidae	9.89	0.00	0.00	0.30	0.00	2.15	0.00	0.00
Mimetidae	1.28	0.00	1.10	0.61	0.27	0.00	0.00	0.00
Nulliblatelidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
Oonopidae	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Opiliona	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86	0.00	0.00
Oxyopidae	4.21	4.29	3.90	0.30	0.00	2.15	0.00	0.00
Philodromidae	3.29	0.89	1.65	0.00	0.13	1.79	0.00	0.00
Pholcidae	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pisauridae	1.09	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Plectreuridae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	0.00	0.00
Psuedoscorpiones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.65	0.00	0.00
Salticidae	7.68	0.89	4.97	2.14	10.61	0.35	0.94	0.00
Scytodidae	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.00	0.00
Selenopidae	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00
Tetragnathidae	0.36	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00
Theridiidae	6.04	0.89	1.65	1.52	4.05	1.32	1.40	0.00
Thomisidae	8.97	2.14	10.49	4.89	2.51	0.00	0.94	0.00
Uloboridae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00
Vaejovidae	0.36	0.00	1.65	0.00	0.00	3.22	0.00	0.00
Chilopoda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.34	0.00



## Apéndice 1. (continuación)

	EP	SAN	BS	SB	SJB	SI	SP	SPI
Lestidae	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Libellulidae	0.54	0.00	0.00	0.00	2.93	0.00	0.00	0.00
Chrysopidae	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
Belostomatidae	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gelastocoridae	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gerridae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.58	0.00	0.00
Hydrometidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00
Naucoridae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
Notonectidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.32	0.00	0.00
Saldidae	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
Carabidae	0.91	0.00	0.00	0.00	0.27	5.73	0.00	0.00
Cincidelidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88	0.00
Cleridae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
Phlaeotripidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.34	0.00
Mantidae	0.36	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00
Coccinellidae	2.38	0.00	0.55	0.00	2.15	0.47	0.00	0.00
Dysticidae	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Elateridae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
Melyridae1	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Staphylinidae	0.00	0.00	0.00	0.91	0.30	0.35	0.00	0.00
Sphécidae	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vespidae	1.28	0.00	7.80	0.30	2.93	1.79	0.00	0.00
Asilidae	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Therevidae2	0.00	0.00	0.55	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00
<b>HERBIVOROS</b>								
Acrididae	1.28	2.14	4.41	2.44	0.56	0.71	0.00	0.00
Gryllidae	0.54	9.87	7.14	11.92	0.00	1.32	0.00	0.00
Tetrigidae	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tettigonidae	1.09	2.14	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heteronemiidae	0.00	0.00	1.10	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Phasmatidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00
Alydidae	0.00	0.00	1.65	0.30	0.00	0.00	0.00	1.43
Anthocoridae1	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00
Berytidae	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coreidae1	0.00	0.00	0.55	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
Corixidae1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00
Cydnidae	0.54	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
Largidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00
Lygaeidae1	0.54	1.71	0.00	0.30	0.00	3.22	0.50	0.00



**Apéndice 1.** (continuación)

	EP	SAN	BS	SB	SJB	SI	SP	SPI
<b>DETRITIVOROS</b>								
Entomobryidae	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Coenagrinidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00
Lepismatidae	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	1.32	0.00	1.43
Machilidae	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Blattellidae	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	5.73	0.00	0.00
Blattidae	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Polyphagidae	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00
Forficulidae	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00
Lepidopsocidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
Psocidae	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hydrophilidae	0.18	0.00	0.00	0.61	0.13	0.00	0.00	0.00
Culicidae5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	0.00	0.00
Lonchaeidae	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Muscidae	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phoridae5	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%	100	100	100	100	100	100	100	100

No obstante que las familias corresponden a los gremios DEPREDADORES, HERBIVOROS Y DETRITIVOROS, muchas de ellas a través de sus diferentes estadios se agrupan en otros gremios como son: Depredadores y/o Herbívoros 1; Depredadores y/o Detritívoros 2; Herbívoros y/o Detritívoros 3; Herbívoros y/o Parásitos 4 y Detritívoros y Parásitos 5.

## CAPITULO 8

### ANFIBIOS Y REPTILES

*SERGIO ALVAREZ, PATRICIA GALINA Y LEE GRISMER*

#### Resumen

Los cambios geológicos y ecológicos ocurridos durante la evolución de la Península, originaron ambientes méxicos aislados, que por sus características de humedad influyeron en la distribución disrupta de algunos grupos faunísticos, como anfibios y reptiles. En este trabajo se determina la diversidad y abundancia relativa de reptiles y anfibios en cada oasis.

Considerando los ocho oasis, se registraron treinta y dos especies, nueve de ellas son endémicas de la Península y diez están adaptadas a ambientes méxicos o en franca asociación con cuerpos de agua como: *Hyla regilla*, *Bufo punctatus*, *Rana catesbeiana*, *Thamnophis hammondi*, *T. valida*, y *Trachemys scripta*. Las lagartijas desérticas *Urosaurus nigricaudus*, *Cnemidophorus hyperythrus*, *Uta stansburiana* y *Callisaurus draconoides* son las especies más abundantes, encontrándose en todos los oasis. Los oasis con riqueza específica y diversidad más altas son San Bartolo y Boca de La Sierra en el sur, y San Ignacio en el norte; mientras que la más baja se dió en Punta San Pedro y San Juan Londó.

#### Abstract

Geological and ecological changes occurred during the evolution of the peninsula causing isolated mesic environments. The humidity characteristics of these isolated places influenced the disruptive distribution of some faunistic groups, such as amphibians and reptiles. We determined the relative abundance and diversity of reptiles and amphibians in each oasis. In the the eight oases sutudied, 32 species were recorded. Nine of them are endemic to the peninsula, and 10 are adapted to mesic environments or in close association with water sources, i.e *Hyla regilla*, *Bufo punctatus*, *Rana catesbeiana*, *Thamnophis hammondi*, *T. valida*, and *Trachemys scripta*. The desert lizards *Urosaurus nigricaudus*, *Cnemidophorus hyperythrus*, *Uta stansburiana*, and *Callisaurus draconoides* are the most abundant in these oases. The highest specific richness and diversity is in the San Bartolo and Boca de la Sierra oases in the south and the San Ignacio oasis in the north. The lowest diversity and specific richness is in oases at Punta San Pedro and San Juan Londo.

## Introducción

La península de Baja California se caracteriza por haber sufrido a lo largo de su evolución, una serie de transformaciones ecológicas importantes y radicales, siendo éstas notables particularmente en la región central que cambió de un bosque subtropical méxico a un matorral desértico xérico (Axelrod 1979). Estos cambios ocasionaron que los ambientes o refugios húmedos se confinaron a las partes altas de las montañas más elevadas del norte y sur de la Península, y a sitios aislados entre éstas, donde se localizan los diversos tipos de oasis, que por sus características méxicas permiten la permanencia de especies particulares. Estos cambios actualmente pueden verse reflejados en la distribución disrupta de algunos grupos de fauna, particularmente de anfibios y reptiles (Grismer 1994).

A pesar de que la herpetofauna contribuye con un gran porcentaje a la biodiversidad mundial (Casas y McCoy 1979, Clawson *et al.* 1984, Flores-Villela 1993) y de caracterizarse por contar con especies muy susceptibles a cambios ambientales, con frecuencia no se considera para las evaluaciones y manejo de hábitats (Vickers *et al.* 1985, Baltoseer y Best 1990). Bury y colaboradores (citados en Clawson 1984) consideran necesaria la información sobre requerimientos de hábitat de anfibios y reptiles para la construcción de modelos predictivos sobre los efectos de las prácticas de manejo sobre las especies, particularmente porque las reacciones ecológicas de estos organismos son a menudo altamente específicas del sitio y del ambiente local (microhábitat).

Los anfibios y reptiles a pesar de ser organismos que han mostrado ser capaces de resistir a severos cambios ambientales a lo largo de su evolución, son susceptibles a las condiciones microambientales del área que habitan y a los cambios en ellas (Flores-Villela 1993). Esta característica les confiere la relevancia necesaria para considerárseles como indicadores de la calidad de hábitat y diversidad (Szaro 1988), aunque este enfoque ha sido escasamente aplicado (Schnurrenberger 1962, Fauth *et al.* 1989).

Existen especies dentro de estos grupos que se encuentran adaptadas a ciertos ambientes muy particulares, como son los ambientes más húmedos o méxicos y/o cuerpos de agua. En la Península se observa el caso de la ranita *Hyla regilla*, la lagartija *Eumeces lagunensis*, la tortuga acuática *Trachemys scripta* y la culebra *Thamnophis hammondi* (Grismer y McGuire 1993, McGuire y Grismer 1993). En su análisis biogeográfico, Grismer (1994b), incluye a estas especies dentro de dos grupos Ecogeográficos: 1) Grupo Mesofílico Transpeninsular Norteño (que incluye a la ranita *H. regilla* y a las culebras *Masticophis lateralis*, *Tantilla planiceps* y *T. hammondi*) y 2) Grupo Mesofílico Sureño (que incluye a la tortuga acuática *T. scripta* y a las lagartijas *E. lagunensis* y *Elgaria paucicarinata*). Estas especies restringidas a tal tipo de hábitat se encuentran distribuidas a lo largo de la Península en las zonas montañosas de Baja California y Región del Cabo, presentando una distribución disrupta entre estas dos regiones, restringiéndose a oasis aislados que actúan como refugio para este tipo de especies. Existen trabajos

taxonómicos y ecológicos sobre la herpetofauna de la Península, sin embargo, sólo existe un trabajo previo a éste, el de Grismer y McGuire (1993) en el que se estudian los anfibios y reptiles presentes en los oasis de la parte central de la Península. Los oasis son áreas de características peculiares que, como se mencionó anteriormente, constituyen el refugio de algunas especies de anfibios y reptiles en amplias zonas de la Península; sin embargo, el uso que el hombre les ha dado a algunos de ellos pone en riesgo la existencia de varias especies en un futuro cercano. El objetivo de este trabajo es dar una descripción general sobre la composición de la herpetofauna en los ocho oasis estudiados, resaltando la importancia que tiene para la conservación de las especies confinadas a los oasis el manejo de los cuerpos de agua y los hábitats asociados a éstos.

### Metodología

De noviembre de 1994 a septiembre de 1996 se visitaron ocho oasis de características diferentes, previamente seleccionados entre 184 oasis (ver capítulo 2). Localizados de norte a sur en la Península son: San Ignacio, San Juan Bautista Londó, San Pedro de La Presa, El Pilar, San Bartolo, Santiago, Punta San Pedro y Boca de la Sierra. La descripción de estos oasis puede consultarse en los capítulos 2 y 3 de este libro. En cada oasis se hicieron muestreos en los mismos sitios donde se realizaron los de vegetación (capítulo 6), en las áreas de influencia (matorral desértico o selva baja, en el palmar, en la periferia del cuerpo de agua y en las zonas agrícolas); además, en los sitios con agua se hicieron recorridos al oscurecer, para buscar principalmente anfibios.

Cada muestreo fue efectuado a lo largo de transectos recorridos por una o dos personas caminando lentamente durante dos horas en los periodos de mayor actividad de los animales, según la época; por la mañana de las 7:00-8:00 a las 11:00-12:00 horas; y por la tarde de las 15:00-16:00 a las 19:00-20:00 horas. En promedio se efectuaron 14 horas de observación por oasis. En cada registro se anotó la especie, el sustrato en que se encontró y su actividad.

Se diferenciaron 11 tipos distintos de sustrato: agua (dentro y fuera), roca 1 m, suelo abierto, suelo/piedra, suelo-vegetación, piedra-tronco-vegetación, árbol, arbusto y pared rocosa. Las búsquedas se llevaron a cabo levantando troncos, piedras y cualquier material caído que pudiera servir como refugio para las especies. Para la confirmación taxonómica de las especies se consultaron los trabajos de Flores-Villela (1993), Grismer (1994) y Grismer y McGuire (1996).

Tanto dentro de los oasis, como fuera de ellos, se determinó la riqueza específica según el número de especies identificadas, y la diversidad de acuerdo a la proporción de individuos de cada especie, estimada mediante el Índice de Shannon ( $H'$ ) (Begon *et al.* 1986, Magurran 1988). Para obtener un índice de abundancia de las especies se requieren métodos particulares para censar anfibios, lagartijas y serpientes, por tanto, en este trabajo sólo se presenta el número de individuos de cada especie observados durante los muestreos.

La presencia y abundancia de las especies de anfibios y reptiles es afectada por las condiciones ambientales, principalmente temperatura y precipitación presentes en cada época del año; de igual forma, en algunos oasis la abundancia de agua es intermitente y fluctúa según la época de lluvias o de secas. Como los muestreos de los diferentes oasis corresponden a diferentes épocas del año, la distribución, abundancia y diversidad de especies presentan variaciones importantes, por lo tanto, en este trabajo se presenta sólo una descripción general de la herpetofauna en los oasis, sin realizar comparaciones estadísticas entre éstos.

## Resultados y Discusión

Considerando en forma global a los oasis estudiados, se registraron un total de treinta y dos especies. En el Apéndice 1, se presenta el listado de especies registradas en cada oasis, incluyendo a las especies de posible ocurrencia en cada sitio, cuya distribución alrededor de esas áreas ha sido reportada en la literatura (Grismer y Edwards 1988, Stebbins 1985, Grismer 1994). Del total de especies observadas, nueve son endémicas de la Península, y siguiendo el criterio de Grismer y McGuire (1993) diez se encuentran adaptadas a los ambientes mésicos, o están en franca asociación con cuerpos de agua (Cuadro 1).

La presencia de algunas especies como los sapos *Bufo punctatus* y *Scaphiopus couchi* está influenciada fuertemente por la precipitación; sobre todo la segunda especie, que no fue registrada en el área de los oasis y que aparece sólo cuando llueve. La rana toro *Rana catesbeiana* es una especie introducida en San Ignacio, y actualmente es muy abundante en ese sitio, al igual que en algunos otros oasis no incluidos en este análisis, como Mulegé y San José de Magdalena (Grismer y McGuire 1993). Otras especies, como las lagartijas *Elgaria paucicarinata*, *Sceloporus hunsakeri* y *Sceloporus licki*, así como las culebras *Masticophis aurigulus* y *Chilomeniscus stramineus* que son consideradas como especies mesofílicas (Grismer y McGuire 1993), se encontraron en pocos oasis y en bajos números; mientras que no fue posible encontrar ningún ejemplar de la culebrita *T. planiceps*, a pesar de que existen reportes de su presencia en algunos de esos sitios (Grismer 1994b).

En los Cuadros 2 y 3 se enlistan las especies registradas dentro y fuera de los oasis, considerando "dentro" al cuerpo de agua, palmares, vegetación riparia y cultivos; y "fuera", al matorral desértico o a la selva baja. Hacia dentro de los oasis destaca la presencia de las especies asociadas a los cuerpos de agua, sobre todo la abundancia de la culebra acuática *T. hammondi* en el oasis de San Pedro de la Presa (en un recorrido de una hora a lo largo del cuerpo de agua se observaron treinta y cuatro individuos), esta especie se encontró en tres oasis, mientras que las otras especies se observaron sólo en uno o en dos oasis. Boca de la Sierra fue el que presentó más especies acuáticas o semiacuáticas. Fuera de los oasis se observa la presencia de algunas especies mesofílicas, aunque éstas se encontraron





Cuadro 1. ( continuación )

	SI	SJL	SPP	EP	SB	SP	S	BS
Bogertophis rosaliae * E	L	L	L	L	?		L	L
Chilomeniscus stramineus E M				?	X		L	L
Eridiphas slevini E	L	L	L	?	?		L	L
Masticophis aurigulus E M					X	L	L	L
Tantilla planiceps M	L	?	?	L	L	L	L	L
Thamnophis valida * M					L		L	X
Thamnophis hammondii M	L		X	X				X
FAMILIA VIPERIDAE								
Crotalus enyo E	X	L	L	L	X	L	X	X

\* cambio de nombre (sinonimias): ahora=antes

*Elgaria paucicarinata*=*Gerrhonotus paucicarinatus*,

*Crotaphytus vestigium*=*Crotaphytus insularis*,

*Gambelia copeii*=*Gambelia wislizenii copeii*,

*Sceloporus zosteromus*=*Sceloporus magister zosteromus*,

*Bogertophis rosaliae*=*Elaphe rosaliae*,

*Thamnophis valida*=*Nerodia valida*.

únicamente en los oasis de la Región del Cabo, siendo las más comúnmente observadas las lagartijas *S. licki* y *S. hunsakeri*.

Las especies más abundantes fuera de los oasis fueron las lagartijas *Urosaurus nigricaudus*, *Cnemidophorus hyperythrus* y *Uta stansburiana*, especies característicamente desérticas. Estas especies están también entre las más abundantes dentro de todo su rango de distribución y en este caso se encontraron en los ocho oasis estudiados. Dentro de los oasis, la especie más frecuentemente observada fue la lagartija arenera *Callisaurus draconoides* junto con *C. hyperythrus* y *U. nigricaudus*. La lagartija arenera fue abundante en estos sitios, debido a que esta especie prefiere los sustratos arenosos que son comunes aquí. Otras especies comúnmente observadas dentro y fuera de los oasis fueron las lagartijas *Cnemidophorus tigris*, *Sceloporus zosteromus*, *Dipsosaurus dorsalis*, *Ctenosaura hemilopha* y *Petrosaurus thalassinus*.

Las especies que menos frecuentemente aparecieron correspondieron a las serpientes y los anfibios. Las serpientes son un grupo difícil de observar por sus períodos de actividad y hábitos sigilosos (Brazaitis y Watanabe 1992), por ello sus observaciones fueron escasas. Por su parte, los anfibios resultaron poco observados debido a que su muestreo debió ser nocturno, y fue difícil localizarlos visualmente, sin embargo, el registro de sus vocalizaciones fue frecuente, sobre

**Cuadro 2.** Especies observadas dentro de los oasis.

SI = SAN IGNACIO, SJL = SAN JUAN LONDO, SPP = SAN PEDRO DE LA PRESA, EP = EL PILAR, SB = SAN BARTOLO, SP=PUNTA SAN PEDRO, S = SANTIAGO, BS = BOCA DE LA SIERRA, no = número de oasis; ne = número de especies. ni = número de individuos de especies mesofílicas\*

	SI	SJL	SPP	EP	SB	SP	S	BS	ni	no
<i>Bufo punctatus</i> *					5			6	11	2
<i>Hyla regilla</i> *	4							1	5	2
<i>Rana catesbeiana</i> *	4								4	1
<i>Trachemys scripta</i> *	1		3						4	2
<i>Elgaria paucicarinata</i>							2		2	1
<i>Coleonyx variegatus</i>				1					1	1
<i>Phyllodactylus xanti</i>				1					1	1
<i>Ctenosaura hemilopha</i>				2	6	1			9	3
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>			1			3			4	2
<i>Callisaurus draconoides</i>	16	1	3	13	6	6	3	4	52	8
<i>Petrosaurus thalassinus</i>				6	8			1	15	3
<i>Phrynosoma coronatum</i>					1				1	1
<i>Sceloporus licki</i> *								1	1	1
<i>Sceloporus hunsakeri</i> *					1			2	3	2
<i>Sceloporus orcutti</i>	1		1						2	2
<i>Sceloporus zosteromus</i>	3		7	5	1	1	2		19	6
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	9	6	5	7		13	4	3	47	7
<i>Uta stansburiana</i>		9		11			2		22	3
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>	11		4	16		13	3	1	48	6
<i>Cnemidophorus tigris</i>				2			2		4	2
<i>Masticophis flagellum</i>			1				1		2	2
<i>Pituophis vertebralis</i>						1			1	1
<i>Thamnophis valida</i> *								4	4	1
<i>Thamnophis hammondi</i> *			34	3				3	40	3
<i>Crotalus mitchelli</i>						2			2	1
<i>Crotalus ruber</i>		1							1	1
ne	8	4	9	11	7	6	8	10		
ni	49	17	59	67	28	40	19	26	305	

**Cuadro 3.** Especies observadas fuera de los oasis.

SI = SAN IGNACIO, SJL = SAN JUAN LONDO, SPP = SAN PEDRO DE LA PRESA, EP = EL PILAR, SB = SAN BARTOLO, SP=PUNTA SAN PEDRO, S = SANTIAGO, BS = BOCA DE LA SIERRA, no = número de oasis; ne = número de especies. ni = número de individuos de especies mesofílicas\*

	SI	SJL	SPP	EP	SB	SP	S	BS	ni	no
<i>Elgaria paucicarinata</i> *								2	2	1
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	2				1	2		1	6	4
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	2	10	1	2	1		4		20	7
<i>Crotaphytus vestigium</i>	1								1	1
<i>Gambelia copeii</i>	3								3	1
<i>Callisaurus draconoides</i>	5	11		20	2		4		42	5
<i>Petrosaurus thalassinus</i>			1	2	3			1	7	4
<i>Phrynosoma coronatum</i>								2	2	1
<i>Sceloporus licki</i> *					5		1	4	10	3
<i>Sceloporus hunsakeri</i> *					1			5	6	2
<i>Sceloporus orcutti</i>	1		2	1					4	3
<i>Sceloporus zosteromus</i>	1	4		3	2	3	1		14	6
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	13	25	81	17	12	5	13	16	182	8
<i>Uta stansburiana</i>	8	32	11	18	2	1	1	2	75	7
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>	2	19	11	17	7	9	9	3	77	8
<i>Cnemidophorus tigris</i>	4		24	3	6		5	5	47	6
<i>Chilomeniscus stramineus</i> *					1				1	1
<i>Masticophis aurigulus</i> *					1				1	1
<i>Masticophis flagellum</i>	1			2					3	2
<i>Pituophis vertebralis</i>					1				1	1
<i>Salvadora hexalepis</i>		1							1	1
<i>Crotalus enyo</i>					1		1		2	2
<i>Crotalus mitchelli</i>		1			1				2	2
<i>Crotalus ruber</i>							1		1	1
ne	12	8	7	10	16	5	10	10		
ni	43	103	131	85	47	20	40	41	510	

todo el de la rana toro en el oasis de San Ignacio. Por su parte, la tortuga acuática *T. scripta*, fue observada en pequeño número solamente en los oasis de San Ignacio y San Pedro de La Presa.

### Uso del sustrato

En cuanto a la utilización de los sustratos diferenciados, en general los suelos abiertos y los suelos con vegetación son los que mostraron una mayor frecuencia de uso, mientras que las paredes rocosas y los arbustos son los que presentaron la menor frecuencia (Apéndice 2). Los árboles y cardones, y en algunas ocasiones las palmeras, se utilizan como sustrato particularmente por sólo tres especies de lagartijas: *U. nigricaudus*, *S. zosteromus* y *C. hemilopha*. Por otro lado, los cuerpos de agua y las orillas de los mismos son utilizados por las tres especies de anfibios, la tortuga acuática y las dos culebras acuáticas.

Como era de esperarse, las especies mesofílicas se encontraron en los cuerpos de agua y en las porciones de tierra circundantes con vegetación, no observándose muy alejados de éstos. El mayor número de especies se encontró en ambientes asociados a los arroyos con o sin agua, debido a que se encontraron además de las especies propias del matorral y la selva baja, algunas serpientes acuáticas, pero principalmente especies adaptadas a sustratos muy específicos como *P. thalassinus* y *C. hemilopha* que se localizaron principalmente en grandes roqueríos y paredes a la orilla del arroyo, tal como en San Bartolo y El Pilar.

Como se puede apreciar, el número de especies y su abundancia varió entre los oasis; consideramos que uno de los factores importantes que determinó esto es la presencia del cuerpo de agua y las condiciones del mismo. Así, tenemos que el oasis que no presentó un cuerpo de agua superficial fue el de San Juan Londó, en el cual las especies encontradas son aquellas comunes en el matorral xerófilo, mientras que los oasis que presentaron cuerpos de agua continuos como son San Ignacio, San Pedro de la Presa y Boca de la Sierra, son los que tienen el mayor número de especies, especialmente aquellas adaptadas a ambientes méxicos.

En general, San Bartolo es el oasis que presentó la mayor riqueza específica y diversidad, seguido por Boca de la Sierra y San Ignacio (Cuadro 4), mientras que Punta San Pedro y San Juan Londó tuvieron los valores más bajos, en el primero, a pesar de ser de los mejor conservados, probablemente su posición costera y el agua salobre propician un bajo número de especies, en tanto que el segundo es el oasis con mayor perturbación, y eso se refleja en el pobre número de animales y su baja diversidad.

Boca de La Sierra presentó la mayor diversidad dentro del oasis, seguido de El Pilar; el primero tiene agua en forma constante, pero su volumen varía con la época de lluvias, aspecto que es más notorio en El Pilar. Por su parte, fuera de los oasis la diversidad mayor se presentó en San Bartolo y San Ignacio.

**Cuadro 4.** Valores de Riqueza Específica y Diversidad de la herpetofauna en los ocho oasis. RE = Riqueza específica; NI = Número de individuos; H = Diversidad; SI = San Ignacio, SJL = San Juan Londó, LP = San Pedro de la Presa, EP = El Pilar, SP = Punta San Pedro, SB = San Bartolo, S = Santiago, BS = Boca de la Sierra.

	SI	SJL	LP	EP	SP	SB	S	BS
DENTRO								
RE	8	5	9	11	8	7	8	10
NI	49	17	59	67	40	28	19	26
H'	1.75	1.04	1.47	2.08	1.64	1.68	2.01	2.11
FUERA								
RE	12	8	7	10	4	16	10	10
NI	43	103	131	84	19	47	40	41
H'	2.11	1.7	1.16	1.87	1.23	2.37	1.88	1.92
GENERAL								
RE	15	9	12	14	8	18	12	15
NI	92	120	190	151	59	75	59	67
H'	2.22	1.68	1.71	2.04	1.63	2.54	2.06	2.39

A pesar de que los oasis aquí analizados fueron seleccionados bajo diversos criterios (ver capítulo 2) distintos a los considerados por Grismer y McGuire (1993), quienes sólo consideraron aquéllos completamente aislados por zonas desérticas, podemos tomar como punto de comparación dos de los oasis analizados por dichos autores incluidos aquí: San Ignacio y San Pedro de La Presa. Las especies encontradas por nosotros varían con las reportadas por Grismer y McGuire (1993), resaltando especialmente en esta ocasión, la presencia de un ejemplar de la tortuga *T. scripta*, así como la ausencia de *T. hammondi* y *E. paucicarinata* en San Ignacio y de esta última en San Pedro de la Presa. Esto puede deberse a la estacionalidad, ya que los muestreos se realizaron en épocas diferentes.

### Consideraciones finales

Aunque no son las especies más abundantes en el área de los oasis, las especies que tipifican a estos ambientes particulares son, en primer lugar, las especies acuáticas que se encuentran restringidas a los cuerpos de agua; y en segundo lugar, se consideran las especies mesofílicas que no requieren estrictamente de agua libre en forma permanente, pero que sí necesitan de una determinada cantidad de humedad. Consideramos que por su alto grado de asociación al ambiente méxico

y los cuerpos de agua de los oasis, esas especies pueden ser consideradas como indicadores del estado de conservación de esos sitios, al menos en lo que se refiere a la parte acuática.

La introducción de especies (por ejemplo, peces) a los oasis y a otros sitios como éstos, ya sea para consumo humano o bien con otros fines, hasta la fecha se ha venido haciendo sin contemplar los efectos que esto pueda tener sobre las especies nativas. Otro aspecto que afecta a las especies, son las zonas de cultivo y asentamientos humanos establecidos alrededor de los oasis, lo que ha ocasionado que se canalice el uso de los cuerpos de agua al riego o a cubrir otras necesidades, poniendo en riesgo la existencia de las especies acuáticas. Podemos suponer que esto sucedió en el caso del oasis de Santiago (y tal vez en San Juan Londó), ya que al desecar el cuerpo de agua se eliminó a los anfibios y a las culebras acuáticas, especies que en esa parte de la Región del Cabo son comunes en los sitios con agua libre, como se observa en el oasis de Boca de La Sierra.

Antes de establecer una estrategia de manejo para uso o conservación de los oasis, incluyendo su vegetación y su fauna, se debe realizar un detallado análisis poblacional y una evaluación de la calidad del hábitat de las especies más representativas. En este caso se recomienda hacer énfasis en las especies consideradas como méxicas, pero principalmente aquellas que tienen mayor dependencia de los cuerpos con agua libre, como son las dos culebras acuáticas *T. hammondi* y *T. valida*, y la tortuga *T. scripta*; así como las especies de anfibios, principalmente *R. catesbeiana* e *H. regilla*, que son las dos con mayor dependencia de agua. Las medidas de conservación y/o uso de las especies (la tortuga y la rana suelen ser aprovechadas como alimento) dependerán del estado poblacional y de las condiciones que guarden, tanto el agua, como los sustratos y la vegetación asociada a estos humedales. Asimismo, deberán analizarse las actividades humanas que estén impactando a estas especies, revirtiendo aquellas que promuevan la eliminación o sobreexplotación de las especies, y la destrucción del hábitat.

### Agradecimientos

A la Dra. Ma. del Carmen Blazquez, por su valiosa aportación a este trabajo y su colaboración en el campo.

### Literatura Citada

- Axelrod, D. I. 1979. Age and origin of the Sonoran Desert vegetation. Occasional Papers of California Academy of Sciences., 132:1-74.
- Begon, M.,J.L. Harper y C. R. Townsend. 1986. Ecology: Individuals, Populations and Communities. Blackwell, Oxford. Brazaitis, P. y M. E. Watanabe 1992. Snakes of the World. Crescent Book. 176 pp.

- Fauth, J.E., Crother, B.I. y J.B. Slowinske. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rican Leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 21(2):178-185.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna of México: distribution and endemism. En: Biological diversity of Mexico: origins and distribution. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds) Oxford University Press, New York.
- Grismer, L.L. 1993. Ecogeography of the peninsula herpetofauna of Baja California, México and its utility in historical biogeography. En: Proceedings of the Symposium of North American Desert. J. W. Wright. Ed. Southwestern Herpetological Society, Van Nuys, California: 89-126.
- Grismer, L.L. 1994. The origin and evolution of the Peninsular Herpetofauna of Baja California, México. *Herpetol. Nat. Hist.* 2(1):51-106.
- Grismer, L. L. y D. D. Edwards. 1988. Notes on the Natural History of the barefoot banded gecko *Coleonyx switaki* (Squamata: Eublepharidae). 43-50 pp. En: Proceedings of the Conference on California Herpetology. H.F. De Lisle, P. R. Brown, B. Kaufman y B.M. McGurty. Southwestern Herpetologists Society.
- Grismer, L.L. y J. A. McGuire. 1993. The Oases of Central Baja California, México. Part I. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the oases. *Bull. Southern California Academy of Sciences.* 92(1):2-24.
- Grismer, L.L. y J. A. McGuire 1996. Taxonomy and Biogeography of the *Sceloporus magister* complex (Squamata: Phrynosomatidae) in Baja California, México. *Herpetologica* 52(3): 416-427.
- McGuire, J. A. y L.L. Grismer 1993. The taxonomy and biogeography of *Thamnophis hammondi* and *T. digueti* (Reptilia: Squamata: Colubridae) in Baja California, México. *Herpetologica* 49(3):354-365.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its measurement. Princenton University Press. 179 pp.
- Schnurrenberger, H. 1962. Fishes, amphibians and reptiles of two Libyan oases. *Herpetologica* 18:270-273.
- Szaro, R. C. 1988. The management of amphibians, reptiles and small mammals in North America: Historical Perspective and objectives. pp. 1-3 En: Management of amphibians, reptiles and small mammals in North America. Szaro, R. C., K. E. Severson and D. R. Patton. USDA Forest Service General Technical Report RM-166.

Apéndice 1. Distribución de la Herpetofauna en Oasis y su estatus.

X= REGISTRADA; L= REPORTE EN LA LITERATURA @; O= ASOCIADA A L CUERPO DE AGUA

?= POSIBLE OCURRENCIA ; -- = NO PRESENTE ; R= REPORTADA POR LOS LUGAREÑOS.

E=endemismos

@Stebbins 1985,Grismer y Edwards 1988,Grismer y McGuire 1993, Grismer 1994. S.I.San Ignacio, S.J.L.San Juan Londo

S.P.P. San Pedro de la Presa; E.P. El Pilar; S.B.San Bartolo; S.P. Punta San Pedro;S.Santiago; B.deS Boca de la Sierra.

	S.I.	S.J.L.	S.P.P.	E.P.	S.B.	S.P.	S.	B de S.
<b>CLASE AMPHIBIA</b>								
ORDEN ANURA ( SAPOS Y RANAS )								
FAMILIA BUFONIDAE								
<i>Bufo punctatus</i>	LOR	L	L	LO	X	L	L	X
FAMILIA PELOBATIDAE								
<i>Scaphiopus couchi</i>	L	L	L	?	L	L	L	L
FAMILIA HYLIDAE								
<i>Hyla regilla</i>	X	L	LR	?	LR	L	X	X
FAMILIA RANIDAE								
<i>Rana catebeiana</i>	X		?		?		L	?
<b>REPTILES</b>								
ORDEN TESTUDINES ( TORTUGAS )								
FAMILIA EMYDIDAE								
<i>Trachemys scripta</i>	X		X			L		L
ORDEN SQUAMATA								
SUBORDEN AMPHISBAENIA								
FAMILIA BIPEDIDAE								
<i>Bipes biporus</i>	L			?		L		
SUBORDEN SAURIA ( LAGARTIJAS )								
FAMILIA ANGUIDAE								
<i>Elgaria paucicarinata</i> * E	L	?	L		X	L	X	X
FAMILIA EUBLEPHARIDAE								
<i>Coleonyx variegatus</i>	L	L	LR	X	L	L	X	X
<i>Coleonyx switaki</i>	?L							
FAMILIA GEKKONIDAE								
<i>Phyllodactylus unctus</i> E					X	L	X	X
<i>Phyllodactylus xanti</i>	L	L	L	X	L	L	L	L
FAMILIA IGUANIDAE								
<i>Ctenosaura hemilopha</i> E		?	L	X	X	X	X	X
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sauromalus ater</i>	?		L	L				
FAMILIA CROTAPHYTIDAE								
<i>Crotaphytus vestigium</i> *	X	L						?
<i>Gambelia copeii</i> *	X		L	L		?		
FAMILIA PHRYNOSOMATIDAE								
<i>Callisaurus draconoides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Petrosaurus thalassinus</i> E	L	L	X	?	X	?	L	X
<i>Phrynosoma coronatum</i>	L	L	L	L	X	L	L	X
<i>Sceloporus zosteromus</i>	LX	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sceloporus orcutti</i>	LX	X	X	X				
<i>Sceloporus licki</i> E					X		X	X
<i>Sceloporus hunsakeri</i> E					X 1		L	X
<i>Urosaurus nigricaudus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Uta stansburiana</i>	X	X	X	X	X	L	X	X
FAMILIA SCINCIDAE								
<i>Eumeces lagunensis</i> E	?	?	?					L
FAMILIA TEIIDAE								
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Cnemidophorus tigris</i>	X	L	X	?	X	L	X	X



## Apéndice 1. Distribución de la Herpetofauna en Oasis y su estatus (continuación).

X= REGISTRADA; L= REPORTADA EN LA LITERATURA @; O= ASOCIADA AL CUERPO DE AGUA  
 ?= POSIBLE OCURRENCIA ; -- = NO PRESENTE ; R= REPORTADA POR LOS LUGAREÑOS.

@Stebbins 1985, Grismer y Edwards 1988, Grismer y McGuire 1993, Grismer 1994. S.I.San Ignacio, S.J.L. San Juan Londo  
 S.P.P. San Pedro de la Presa; E.P. El Pilar; S.B.San Bartolo; S.P.San Pedro;S.Santiago; B.deS Boca de la Sierra

	S.I.	S.J.L.	S.P.P.	E.P.	S.B.	S.P.	S.	B.de S.
ORDEN SQUAMATA								
SUBORDEN SERPENTES								
FAMILIA BOIDAE								
<i>Lichanura trivirgata</i>	L	L	?	L	L	L	L	L
FAMILIA COLUBRIDAE								
<i>Arizona elegans</i>	L		?	L				
<i>Bogertophis rosaliae</i> * E	L	L	L	L	?		X	X
<i>Chilomeniscus stramineus</i> E				?	X		L	L
<i>Chilomeniscus cinctus</i>	L	L	X	X		?		
<i>Eridiphas slevini</i> E	L	L	X	?	?		L	X
<i>Hypsiglena torquata</i>	L	?	L	?	L	L	L	L
<i>Lampropeltis getula</i>	L	?	?	?	L	L	L	L
<i>Masticophis flagellum</i>	X	L	X	X	L	L	X	X
<i>Masticophis lateralis</i>	L	?	?					
<i>Masticophis aurigulus</i> E					X	L	L	L
<i>Phyllorhynchus decurtatus</i>	L	?	?	L	?	L	?	?
<i>Pituophis vertebralis</i>	X	X	L	L	X	X	X	X
<i>Salvadora hexalepis</i>	L	X	X	L	L	L	X	L
<i>Sonora semianulata</i>	L	L	L	L	L	L	L	L
<i>Tantilla planiceps</i>	L	?	?	L	L	L	L	X
<i>Thamnophis valida</i> * E					L		L	X
<i>Thamnophis hammondi</i>	L		X	X				X
<i>Trimorphodon biscutatus</i>	L	?	L	?	L	L	L	L
FAMILIA LEPTOTYPHLOPIDAE								
<i>Leptotyphlops humilis</i>	L R	L	L	L R	L	L	L	L
FAMILIA VIPERIDAE								
<i>Crotalus enyo</i> E	X	L	L	L	X	L	X	X
<i>Crotalus ruber</i>	X	X	X	X	L	L	X	X
<i>Crotalus mitchelli</i>	L	X	X	L	X	X	X	X
<i>Crotalus viridis</i>	?							

Apendice.2. Herpetofauna observada en cada oasis de acuerdo al sustrato.

DA= DENTRO DEL AGUA; FA= FUERA DEL AGUA; R>1m=ROCA MAYOR DE 1m; S.Abic.=SUELO ABIERTO; S/P= SUELO/PIEDRA; S/T= SUELO/TRONCO; S-V= SUELO- VEGETACION; P-T-V= PIEDRA-TRONCO-VEGETACION; ARBUST=ARBUSTO; No. SUST.= NUMERO DE SUSTRATOS UTILIZADOS

S. IGNACIO	DA	FA	R>1m	S.Abic.	S/P	S/T	S-V	P-T-V	ARBOL	ARBUST	PARED	TOTAL	No. SUST.
<i>Hyla regilla</i>		4										4	1
<i>Rana catesbeiana</i>	4											4	1
<i>Trachemys scripta</i>	1											1	1
<i>Ctenosaura hemilopha</i>			1								1	2	1
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>				2								2	1
<i>Crotaphytus vestigium</i>		1										1	1
<i>Gambelia copeii</i>				3								3	1
<i>Callisaurus draconoides</i>				15	1		5					21	3
<i>Sceloporus orcutti</i>							1	1				2	2
<i>Sceloporus zosteromus</i>							3	1				4	2
<i>Urosaurus nigricaudus</i>		1			3	5	1	6	6			22	5
<i>Uta stansburiana</i>				1	2			5				8	3
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>				2			11					13	2
<i>Cnemidophorus tigris</i>				2			2					4	2
<i>Masticophis flagellum</i>							1					1	1
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>92</b>	<b>92</b>

S.J. LONDO	DA	FA	R>1m	S.Abic.	S/P	S/T	S-V	P-T-V	ARBOL	ARBUST	PARED	TOTAL	No. SUST.
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>				7			3					10	2
<i>Callisaurus draconoides</i>				7	3		1	1				12	3
<i>Sceloporus zosteromus</i>							1	3				4	2
<i>Urosaurus nigricaudus</i>			1		1				28	1		31	4
<i>Uta stansburiana</i>				11	11	8		8				41	4
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>				11			8					19	2
<i>Salvadora hexalepis</i>							1					1	1
<i>Crotalus ruber</i>							1					1	1
<i>Crotalus mitchelli</i>								1				1	1
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>		<b>1</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>120</b>	

S.P. PRESA	DA	FA	R>1m	S.Abic.	S/P	S/T	S-V	P-T-V	ARBOL	ARBUST	PARED	TOTAL	No. SUST.
<i>Trachemys scripta</i>	3											3	1
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>				2								2	1
<i>Callisaurus draconoides</i>				3								3	1
<i>Petrosaurus thalassinus</i>											1	1	1
<i>Sceloporus orcutti</i>			1					2				3	2
<i>Sceloporus zosteromus</i>							6	1				7	2
<i>Uta stansburiana</i>				1	9	1						11	3
<i>Urosaurus nigricaudus</i>				41	32	1		1	6	5		86	5
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>				9			6					15	2
<i>Cnemidophorus tigris</i>				3			2	19				24	3
<i>Masticophis flagellum</i>									1			1	1
<i>Thamnophis hammondi</i>	30	4										34	2
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>33</b>	<b>4</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>41</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	

## Apendice.2. Herpetofauna observada en cada oasis de acuerdo al sustrato (continuación).

DA= DENTRO DEL AGUA; FA= FUERA DEL AGUA; R>1m=ROCA MAYOR DE 1m; S.Abic.=SUELO ABIERTO; S/P= SUELO/PIEDRA; S/T= SUELO/TRONCO; S-V= SUELO- VEGETACION; P-T-V= PIEDRA-TRONCO-VEGETACION; ARBUST=ARBUSTO; No. SUST.= NUMERO DE SUSTRATOS UTILIZADOS.

EL PILAR	DA	FA	R>1m	S.Abic.	S/P	S/T	S-V	P-T-V	ARBOL	ARBUST	PA RED	TOTAL	No. SUST.
<i>Crotaphytus variegatus</i>							1					1	1
<i>Phyllidactylus xanti</i>											1	1	1
<i>Ctenosaura hemilopha</i>									1		1	2	2
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>				2								2	1
<i>Callisaurus draconoides</i>				21	8		4					33	3
<i>Petrosaurus thalassinus</i>											8	8	1
<i>Sceloporus zosteromus</i>		1					1	3	3			8	4
<i>Sceloporus orcutti</i>					1							1	1
<i>Urosaurus nigricaudus</i>				1		3	1	4	12	3		24	6
<i>Uta stansburiana</i>				7	16	2	3	1				29	5
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>				20			13					33	2
<i>Cnemidophorus tigris</i>				4			1					5	2
<i>Masticophis flagellum</i>				1			1					2	2
<i>Thamnophis hammondi</i>	2	1										3	2
TOTAL	14	2	1	1	56	25	5	25	8	16	3	152	
S. BARTOLO	DA	FA	R>1m	S.Abic.	S/P	S/T	S-V	P-T-V	ARBOL	ARBUST	PA RED	TOTAL	No. SUST.
<i>Bufo punctatus</i>		5										5	1
<i>Ctenosaura hemilopha</i>			7									7	1
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>				1								1	1
<i>Callisaurus draconoides</i>				5	1		2					8	3
<i>Petrosaurus thalassinus</i>			11									11	1
<i>Phrynosoma carolinatum</i>				1								1	1
<i>Sceloporus licki</i>					3	2						5	2
<i>Sceloporus hunsakeri</i>		2										2	1
<i>Sceloporus zosteromus</i>							1	2				3	2
<i>Urosaurus nigricaudus</i>		1			2				7	2		12	4
<i>Uta stansburiana</i>				1			1					2	1
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>				3			4					7	2
<i>Cnemidophorus tigris</i>				5			1					6	2
<i>Chilomeniscus stramineus</i>							1					1	1
<i>Masticophis aurigulus</i>							1					1	1
<i>Pituophis vertebralis</i>								1				1	1
<i>Crotalus enyo</i>								1				1	1
<i>Crotalus mitchelli</i>								1				1	1
TOTAL	18	5	21	16	6	2	11	5	7	2	0	75	
SAN PEDRITO	DA	FA	R>1m	S.Abic.	S/P	S/T	S-V	P-T-V	ARBOL	ARBUST	PA RED	TOTAL	No. SUST.
<i>Ctenosaura hemilopha</i>			1						2			3	2
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>				3								3	1
<i>Sceloporus zosteromus</i>							2	2				4	2
<i>Urosaurus nigricaudus</i>					2	4		1	7	4		18	5
<i>Callisaurus draconoides</i>				5			1					6	2
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>				6	5		10	1				22	3
<i>Pituophis vertebralis</i>								1				1	1
<i>Crotalus mitchelli</i>								2				2	1
TOTAL	8		1	14	7	4	13	7	9	4	0	59	

Apendice.2. Herpetofauna observada en cada oasis de acuerdo al sustrato (continuación).

DA= DENTRO DEL AGUA; FA= FUERA DEL AGUA; R>1m=ROCA MAYOR DE 1m; S.Abie.=SUELO ABIERTO; S/P= SUELO/PIEDRA; S/T= SUELO/TRONCO; S-V= SUELO- VEGETACION; P-T-V= PIEDRA-TRONCO-VEGETACION; ARBUST=ARBUSTO; No. SUST.= NUMERO DE SUSTRATOS UTILIZADOS.

SANTIAGO		DA	FA	R>1m	S.Abie.	S/P	S/T	S-V	P-T-V	ARBOL	ARBUST	PA RED	TOTAL	No. SUST.
<i>Elgaria paucicarinata</i>								1	1				2	1
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>					3			1					4	2
<i>Callisaurus draconoides</i>					5			2					7	2
<i>Sceloporus zosteromus</i>								1	2				3	2
<i>Sceloporus licki</i>									1				1	1
<i>Urosaurus nigricaudus</i>						1	5			8	3		17	3
<i>Uta stansburiana</i>						2	1						3	2
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>					7			5					12	2
<i>Cnemidophorus tigris</i>								7					7	1
<i>Masticophis flagellum</i>								1					1	1
<i>Crotalus ruber</i>								1					1	1
<i>Crotalus enyo</i>											1		1	1
<b>TOTAL</b>	12				15	3	6	19	4	8	4		59	
BOCA SIERRA		DA	FA	R>1m	S.Abie.	S/P	S/T	S-V	P-T-V	ARBOL	ARBUST	PA RED	TOTAL	No. SUST.
<i>Bufo punctatus</i>			6										6	2
<i>Hyla regilla</i>			1										1	1
<i>Elgaria paucicarinata</i>								2	1				3	2
<i>Ctenosaura hemilopha</i>									1				1	1
<i>Callisaurus draconoides</i>													4	1
<i>Petrosaurus thalassinus</i>				1								1	2	2
<i>Phrynosoma coronatum</i>						2							2	1
<i>Sceloporus licki</i>				2		2	1						5	3
<i>Sceloporus hunsakeri</i>				2		2			3				7	3
<i>Urosaurus nigricaudus</i>				2		6	3			6	2		19	5
<i>Uta stansburiana</i>							2						2	1
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i>						1		2	1				4	3
<i>Cnemidophorus tigris</i>						1		2	2				5	3
<i>Thamnophis valida</i>		2	1					1					4	3
<i>Thamnophis hammondi</i>		3											3	1
<b>TOTAL</b>	15	5	8	7	8	12	4	7	8	6	2	1	68	



## CAPITULO 9

# TEST DEL USO DE REPTILES COMO ELEMENTOS DE EVALUACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN

*MARIA DEL CARMEN BLAZQUEZ*

### **Resumen**

En el presente trabajo se trató de usar la comunidad de saurios, habitante de los oasis, como elemento evaluador de su importancia a efectos de su conservación. La composición específica, abundancia y riqueza de especies de cada uno de los cuatro oasis estudiados difirió según su latitud, y grado de perturbación. No encontramos diferencias significativas entre los valores de abundancia, riqueza, diversidad o uniformidad de especies entre los hábitats más cercanos al cuerpo principal de agua y la franja de desierto circundante. Los arroyos y cultivos cercanos a uno de los oasis presentaron valores altos de abundancia y bajos de diversidad. En este sentido, por tanto, el mejor indicador del interés conservacionista de los oasis de Baja California sería la existencia en ellos de especies de reptiles mesófilas relictas, altamente específicas en cuanto al hábitat, mientras que la diversidad y otros atributos analizados en este trabajo tendrían una relevancia menor.

### **Abstract**

In this study, I tried to use the lizard community living in oases as a tool to evaluate their importance to wildlife conservation. The specific composition, species abundance, and species richness were different for each of four oases studied, according to their latitude and degree of perturbation. The species abundance, richness, diversity, and evenness did not change significantly in the oases, close to the fresh water, compared to the surrounding desert. The values of abundance found in arroyos and cultured fields, studied in one oasis, were high, whereas their specific diversity was not. I conclude the best element to evaluate the conservation importance of Baja California oases should be the existence of relict species with habitat specificity, whereas diversity and other attributes analyzed should be of minor relevance.

### **Introducción**

La conservación de la vida silvestre requiere con frecuencia de dos tipos de actuaciones: la protección de enclaves y hábitats de particular interés, y la protección individual de especies (Fuller y Langslow 1986). Además, el interés de la conservación de un lugar puede ser valorado según determinados atributos

del mismo (tales como riqueza de especies, rareza, etc.) que constituyen el centro de un sistema de evaluación (Fuller y Langslow 1986, Gaston 1994). En medios terrestres, las evaluaciones con fines de conservación suelen usar como indicadores de calidad ambiental elementos ubícuos y diversos, tales como especies de plantas, aves o artrópodos (Usher 1986, Weaver 1995), o bien comunidades enteras (Faith 1992). Aunque los reptiles se consideran organismos modelo para estudios ecológicos y para establecer paradigmas generales en ecología (Huey *et al.* 1983), su uso como indicadores de la diversidad animal de un lugar y de la calidad de sus hábitats ha sido escaso (Jones *et al.* 1985, Faith *et al.* 1989, Greenberg *et al.* 1994).

La importancia de los oasis ha sido analizada principalmente en relación a su papel como estaciones de paso para aves migratorias (Lavee *et al.* 1991, Safrieli y Lavee 1991). Sólo estudios recientes han considerado a los oasis como refugios de herpetofauna mesófila en relación al desierto circundante (Grismer y McGuire 1993), a pesar de lo muy estudiadas que han sido las comunidades de reptiles de áreas desérticas (Pianka 1986).

El estudio citado de Grismer y McGuire contempla sólo la fauna propia de ambientes húmedos y no considera la fauna desértica que comparten oasis y desierto. En este estudio analizaremos precisamente esta fauna compartida, en concreto la comunidad de saurios de cuatro oasis del centro y sur de la península de Baja California, y trataremos de usarla como indicador de la importancia biológica del oasis comparándola con la del desierto que lo rodea.

Además, no hay que olvidar que los oasis son fuentes de agua muy apreciadas por los habitantes de la Península, habiendo dado lugar casi todos ellos a asentamientos poblacionales desde el inicio de la humanización de la misma. Por ello, en la comparación de la diversidad de los distintos oasis hay que valorar también el grado de perturbación antropogénica de cada uno, tratando de evaluar el efecto que pudiera tener en la herpetofauna y deduciendo del mismo el interés de conservación de la zona.

## Metodología

Una de las técnicas usadas para estimar tamaños de población y estatus de las especies (en cuanto a rareza o amenazas) es el censado (Stork *et al.* 1996). Esta metodología permite evaluar la abundancia, diversidad, riqueza y uniformidad de las especies de reptiles (principalmente saurios).

Elegimos como método los censos realizados de día y por tierra, de modo que no se buscaron activamente especies nocturnas, como los geckos, casi hipogeas, como scíncidos o ánguidos, o acuáticas, como galápagos. Asimismo, excluimos de todos los análisis a las serpientes que aparecieron en el censado, ya que son muy difíciles de detectar en censos diurnos (Blázquez 1993) debido a sus hábitos discretos como el camuflaje o fosorialismo, a su frecuente actividad nocturna, los

largos períodos de quietud, la irregularidad de sus movimientos, etc. (Parker y Plummer 1987). Como hemos dicho, recientemente varios trabajos, Grismer y Mcguire (1993), Grismer (1988, 1990, 1996), Mcguire y Grismer (1993), han dado para cada oasis de la Península una descripción específica de su herpetofauna mesófila, como anfibios, galápagos y serpientes acuáticas.

Se trabajó en cuatro oasis de la península de Baja California entre abril y julio de 1995. De norte a sur son: San Ignacio (SI), El Pilar en Las Pocitas (EP), Punta San Pedro (SP) y San José del Cabo (SJ). Una muy amplia descripción, así como detalle de la ubicación geográfica y grado de perturbación antropogénica de cada uno de ellos, puede ser consultada en otros capítulos de este libro.

En cada oasis efectuamos censos de una hora de duración. Los censos fueron llevados a cabo por una persona caminando lentamente (aprox. 22 m/min), que anotaba todos los individuos activos en una franja de dos m a cada lado del observador. Esta velocidad dió una franja muestreada de aproximadamente 0.5 ha/hr (Blázquez 1996). Puesto que el esfuerzo de muestreo no fue igual en los cuatro oasis, se dan los resultados estandarizados en número de individuos por unidad de superficie (ha) o de tiempo (hr).

Se consideraron seis diferentes tipos de hábitat, muestreándose en cada oasis todos los tipos existentes en el mismo.

Tipo 1.- Los márgenes del cuerpo de agua principal (río, charca, etc.).

Tipo 2.- El palmar asociado al cuerpo de agua.

Tipo 3.- El desierto circundante en un área situada a un km del cuerpo de agua.

Tipo 4.- El desierto circundante en un área situada a dos km del cuerpo de agua.

Tipo 5.- Los pequeños arroyos temporales, y la vegetación de galería asociada a sus márgenes, principalmente bosquetes de mezquites (*Prosopis* spp).

Tipo 6.- Los cultivos adyacentes a los oasis, regados artificialmente.

Los oasis considerados en este trabajo fueron, de norte a sur:

SAN IGNACIO (SI), visitado entre el 19 y 22 de julio. En él se censaron los hábitats 1, 2, 3 y 4, no encontrándose arroyos con agua o cultivos cerca del mismo.

EL PILAR (EP), visitado del 24 al 27 de abril. En él se muestrearon los seis tipos de hábitats descritos, incluyendo por tanto campos de cultivo adyacentes y un pequeño arroyo temporal.

PUNTA SAN PEDRO (SP), visitado los días 28 y 29 de julio. El agua dulce libre es una charca a la que no se pudo acceder para el muestreo porque está totalmente cubierta de carrizo (*Typha* spp). Los censos se realizaron en el palmar y el desierto circundante (hábitats 2 y 3).



SAN JOSE DEL CABO (SJ), visitado los días 26 y 27 de julio. La vegetación muestreada es una estrecha franja de palmar (hábitat 2), que rodea el cuerpo de agua dulce.

Estimamos la distribución de frecuencias en base al número de individuos de cada especie de saurio identificados en los censos, la abundancia como número de individuos por unidad de superficie y la riqueza de especies como número de especies por unidad de superficie (en este caso ha) (Magurran 1989).

La diversidad de especies de saurios se estimó usando el Índice de Shannon ( $H'$ ), que permite una comparación estadística entre muestras (Magurran 1989). Para la uniformidad ("evenness") de las muestras elegimos el Índice de Pielou ( $J'$ ) (Fauth *et al.* 1989).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i,$$

$$J' = H'/H'_{\max} = -(\sum p_i \ln p_i)/\ln s$$

donde  $p_i$  es la proporción de individuos de la especie  $i$  ( $n_i/N$ ),  $N$  es el total de individuos de la muestra, y  $s$  es el número total de especies de la muestra.

## Resultados y Discusión

Durante los censos, en el total de oasis y hábitats, se han encontrado un total de 172 individuos, pertenecientes a once especies de saurios (Cuadro 1). Todos los siguientes resultados se refieren exclusivamente a ellos.

Además, aparecieron en los censados siete especies de serpientes, no contabilizadas para el estudio, pero que se añaden como información en el Cuadro 1. Detectamos también dos especies de anfibios, *Bufo punctatus* en El Pilar y *Rana catesbiana* en San Ignacio.

### 1. Distribución de frecuencias.

La distribución de frecuencias presenta un patrón que no difiere de la normalidad (test de Kolmogorov-Smirnoff;  $D=0.33$ ,  $P=0.16$ ). En nuestros censos hay cuatro especies muy comunes y siete de abundancia intermedia (Cuadro 2)

1.1.- Especies comunes: Fueron cuatro saurios, tres Iguanidae: *Callisaurus draconoides*, *Uta stansburiana* y *Urosaurus microscutatus*, y un Teiidae: *Cnemidophorus hyperythrus*.

1.2.- Especies de abundancia intermedia: Fueron seis iguánidos: *Sceloporus orcutti*, *Sceloporus zosteromus* (sensu Grismer y McGuire 1996), *Petrosaurus thalasinus*, *Urosaurus nigricaudus*, *Dipsosaurus dorsalis* y *Ctenosaura hemilopha*, y un teido: *Cnemidophorus tigris*.



**Cuadro 2.** Características de tamaño, rango geográfico y especificidad de hábitat de las especies de saurios detectadas.  
 \* = Especie endémica de la Península.

Especie	Tamaño (mm)	Distribución	Número de oasis		Especificidad hábitat
			Posibles	Detectados	
<i>Ctenosaura hemilopha</i>	> 200	> península	3	2	generalista
<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	> 100	> península	4	4	xerofítico
<i>Callisaurus draconoides</i>	50-100	> península	4	4	xerofítico
<i>Sceloporus zosteromus</i> *	50-100	península	4	3	generalista
<i>Sceloporus orcutti</i>	50-100	< península	2	2	saxícola
<i>Uta stansburiana</i>	< 50	> península	4	1	generalista
<i>Urosaurus microscutatus</i> *	< 50	< península	2	2	saxícola/arborícola
<i>Urosaurus nigricaudus</i> *	< 50	< península	2	2	saxícola/arborícola
<i>Petrosaurus thalassinus</i> *	> 100	< península	3	1	saxícola/arborícola
<i>Cnemidophorus hyperythrus</i> *	50-100	< península	4	4	generalista
<i>Cnemidophorus tigris</i>	50-100	> península	4	3	generalista

## 2. Abundancia, riqueza y diversidad de especies.

### 2.1.- Comparación entre oasis

En el oasis de El Pilar se encontró la mayor abundancia ( $9.4 \pm 5.9$  ind/hora) y riqueza de especies ( $2.9 \pm 1.4$  sp/hora) (Cuadro 3). Además *U. stansburiana* y el endémico *P. thalassinus* sólo aparecieron en él. Inversamente, en San José del Cabo se obtuvieron los valores más bajos ( $1.8$  ind/hora y  $0.8$  sp/hora). Los valores de densidad de individuos por hectárea van de  $18.7 \pm 11.9$  individuos en El Pilar a  $3.7$  en San José (Cuadro 2). Este último oasis queda fuera del rango de

**Cuadro 3.** Riqueza y abundancia de especies de cada uno de los hábitats en cada oasis. Ver definición de tipos de hábitat en el texto.

OASIS	SI	EP	SP	SJ
RIQUEZA SPP sp/ha (sp/hora)				
HABITATS				
1	1.0 (0.5)	5.8 (2.9)		
2	2.8 (1.4)	4.0 (2.0)	2.4 (1.2)	1.5 (0.8)
3	3.0 (1.2)	9.4 (4.7)	3.4 (1.7)	
4	1.6 (1.3)	2.0 (1.0)		
5		8.6 (4.3)		
6		4.5 (2.3)		
Media $\pm$ sd	2.1 $\pm$ 1.0 (1.1 $\pm$ 0.4)	5.7 $\pm$ 2.8 (2.9 $\pm$ 1.4)	2.9 $\pm$ 0.8 (1.5 $\pm$ 0.4)	1.5 (0.8)
ABUNDANCIA Número de individuos/ha (Ind/hora)				
HABITATS				
1	2.5 (1.3)	26.8 (13.5)		
2	7.7 (3.8)	14.4 (7.2)	3.2 (1.6)	3.7 (1.8)
3	3.6 (1.5)	20.0 (10.0)	10.0 (5.0)	
4	2.4 (1.2)	4.0 (2.0)		
5		36.8 (18.4)		
6		10.0 (5.1)		
Media $\pm$ sd	4.1 $\pm$ 2.5 (1.9 $\pm$ 1.2)	18.7 $\pm$ 11.9 (9.4 $\pm$ 5.9)	5.6 $\pm$ 4.8 (3.3 $\pm$ 2.4)	3.7 (1.8)

distribución de *U. microscutatus* y *S. orcutti*, y no se registraron en él tres especies que lo incluyen en su distribución (*U. stansburiana*, *C. tigris* y *P. thalassinus*).

San Ignacio y Punta San Pedro presentaron valores intermedios y además el primero queda fuera del rango de distribución de *P. thalassinus*, *C. hemilopha* y *U. nigricaudus*. Punta San Pedro queda fuera del rango de *U. microscutatus* y *S. orcutti*.

Tan sólo tres especies aparecen en los cuatro oasis (Cuadro 1). Dos de ellas pertenecientes al grupo de las más abundantes (*C. draconoides* y el endémico *C. hyperythrus*) y una, *D. dorsalis*, de abundancia intermedia. Las tres tienen en común ser de distribución peninsular o suprapeninsular, xerofíticas y con tendencia a la ubicuidad en cuanto al uso del hábitat. Asimismo, las dos especies de *Urosaurus* endémicas de la Península, complementarias en su distribución (Wiens 1993, Grismer 1994), aparecieron cada una en los dos oasis que entraban dentro de su rango geográfico. También *S. orcutti* apareció en los dos oasis que entraban dentro de su rango de distribución, mientras que *S. zosteromus* no fue encontrado en Punta San Pedro.

Dos especies aparecieron sólo en el oasis de El Pilar: *U. stansburiana*, aunque es generalmente abundante en toda la Baja (Baltosser y Best 1990, Grismer 1993), y *P. thalassinus*, que debido a su vegetarianismo, su patrón de distribución (Stebbins, 1985, Grismer 1994) y su carácter marcadamente saxícola, es generalmente escaso, con frecuencias de aparición variables localmente.

## 2.2.- Comparación entre hábitats

Tres especies se registraron en los seis tipos de hábitats. Dos de ellas, *C. draconoides* y *C. hyperythrus*, lo hicieron también en todos los oasis, confirmando su carácter ubicuo. La tercera especie, *U. stansburiana*, sólo se detectó en El Pilar.

Dos especies no fueron registradas en los censos llevados a cabo por el desierto (hábitats 3 y 4) (Cuadro 1): *P. thalassinus* y *C. hemilopha*. Las razones pueden incluir las comentadas arriba en el caso de *P. thalassinus*, y también la extremada prudencia de ambas iguanas y su carácter huidizo, puesto que sí que se han detectado en otras ocasiones en el cardonal (Blázquez y Rodríguez-Estrella 1997).

*S. zosteromus* se encontró en las proximidades del cuerpo de agua, el palmar y el desierto circundante (hábitats, 1, 2 y 3), pero no lo encontramos más lejos (hábitat 4), ni en el arroyo, ni en el cultivo (Cuadro 1).

Las dos especies de *Urosaurus* y *S. orcutti* se encontraron en todos los hábitats excepto en el cultivo, probablemente por la ausencia de troncos y rocas.

*C. tigris* se encontró en los hábitats, 2, 3 y 4, no muy cerca del agua, ni en arroyo ni cultivo.

Por fin, la especie más xerofítica de todas resultó ser *D. dorsalis*, que sólo apareció en los hábitats 3 y 4, en todos los oasis excepto en San José del Cabo, donde se encontró en el palmar, único hábitat muestreado.

**Cuadro 4.** Densidad (abundancia) de individuos, Riqueza, Diversidad y Uniformidad de especies en los hábitats húmedos y secos de cada oasis.

HABITAT					
	OASIS	AGUA+PALMAR 1+2	DESIERTO 3+4	ARROYO 5	CULTIVO 6
ABUNDANCIA (N ind/ha)	SI	4.7	2.9	-	-
	EP	21	9.3	36.9	10
	SP	3.2	6.9	-	-
	SJ	3.7	-	-	-
Med ± sd		8.2 ± 8.6	6.4 ± 3.2		
RIQUEZA (N spp/ha)	SI	1.75	2.2	-	-
	EP	4.9	4.4	8.5	4.5
	SP	2.4	2.9	-	-
	SJ	1.5	-	-	-
Med ± sd		2.6 ± 1.6	3.2 ± 1.1		
DIVERSIDAD (H')	SI	1.28	1.67	-	-
	EP	1.96	1.92	1.5	1.26
	SP	1.05	1.4	-	-
	SJ	1.75	-	-	-
UNIFORMIDAD (J')	SI	0.92	0.93	-	-
	EP	0.89	0.92	0.84	0.91
	SP	0.76	0.87	-	-
	SJ	0.98	-	-	-

La abundancia de ejemplares encontrados fue ligeramente más alta en los hábitats mesófilos (Cuadro 4), y la riqueza de especies resultó algo mayor en el desierto, la diferencia no fue significativa en ningún caso (Test de Student; abundancia  $t=0.33$ ; riqueza  $t=0.48$ ; 5 g.l.,  $P>0.05$ ). El arroyo y el cultivo muestreados en El Pilar superaron a ambos en las dos medidas.

La diversidad encontrada tuvo valores similares en los hábitats húmedos y el arroyo, siendo ligeramente superior en el desierto, con diferencias no significativas ( $t=0.55$ ; 5 g.l.,  $P>0.05$ ) y mínima en el cultivo (Cuadro 4). La menor diversidad fué detectada en el palmar de Punta San Pedro, seguida del cultivo, y las proximidades del agua en San Ignacio. Los valores más altos correspondieron al oasis de El Pilar, máxima en su franja cercana al agua y palmar, seguida por el desierto y del palmar de San José del Cabo.

Los valores de uniformidad fueron muy parecidos en hábitats húmedos y secos ( $t=0.33$ , 5 g.l.,  $P>0.05$ ). El valor máximo correspondió al palmar de San José y el mínimo al de Punta San Pedro.

### 3.- Los reptiles como elementos de evaluación

Con frecuencia, criterios tales como la diversidad de especies, la rareza, el tamaño, el carácter endémico, etc, han sido usados para proponer la conservación de determinadas especies o áreas (Margules y Usher 1981). Estos criterios se han aplicado generalmente a comunidades potencialmente integradas por numerosas especies, de las que algunas, al menos, poseen poblaciones abundantes y fáciles de muestrear. Tal es el caso de las plantas (Margules 1986), algunos invertebrados, y las aves (Fuller y Langslow, 1986), como se señalaba en la introducción. En este trabajo hemos tratado de utilizar los reptiles como elementos de evaluación para la conservación.

Tal y como preveíamos, los ofidios han ofrecido pobres resultados, ya que, aún cuando han sido identificadas siete especies, en todos los casos se ha registrado un sólo ejemplar. En páginas anteriores se han dado argumentos para explicar este hecho. En el caso de los saurios, sin embargo, los datos obtenidos son más prometedores. La abundancia de especies e individuos de saurios en las áreas desérticas de Baja California, unida a la detectabilidad y los hábitos predominantemente diurnos de la mayoría de las especies, hacen posible que con un esfuerzo de búsqueda moderado lleguen a caracterizarse los principales atributos de las comunidades (riqueza de especies, abundancia de individuos, distribución por hábitats, etc.). Evidentemente esta utilidad de los reptiles como elementos de evaluación no podría extrapolarse a zonas templadas o frías, por ejemplo, donde la herpetofauna es mucho más pobre, y tampoco a áreas tropicales donde la densa vegetación dificulta la detección de los ejemplares.

En general, en la comparación entre cuerpo de agua, palmar y desierto, y exceptuando el arroyo y el cultivo, el oasis de El Pilar es el que ofrece índices más positivos de abundancia, riqueza y diversidad de individuos. San José rindió los valores más bajos de abundancia y riqueza, y el máximo de uniformidad, y por fin, es Punta San Pedro quien ostenta los mínimos de diversidad de especies (Cuadros 3 y 4).

Los valores bajos de diversidad encontrados en el arroyo y el cultivo contrastan con los valores altos de abundancia y riqueza y relativamente alta uniformidad. Probablemente se trata de sitios con abundancia de comida, pero con poca heterogeneidad espacial, lo que impide que vivan allí especies con requerimientos específicos de hábitat (saxícolas, xerofíticos).

Aún cuando la diversidad, de acuerdo con nuestros censos, no cambie llamativamente en los oasis respecto al desierto circundante, hay que recordar la existencia de una fauna ligada al agua, la estudiada por Grismer y Mcguire (1993), que en la Península tan sólo se encuentra en los oasis y en algunas zonas altas de

las sierras. Esto hace que los oasis funcionen como refugios de esta herpetofauna mesófila, lo que les da un valor añadido. En este sentido, por tanto, el mejor indicador del interés conservacionista de los oasis sería la existencia en ellos de especies altamente específicas en cuanto al hábitat (Gaston 1994), mientras que la diversidad y otros atributos analizados en este trabajo tendrían una relevancia menor.

### Agradecimientos

Quiero agradecer a L. Arriaga la invitación a participar en el proyecto, a S. Alvarez su ayuda, a R. Rodríguez y A. Ortega su apoyo. A M. Delibes que revisó el manuscrito, y también a los bibliotecarios de la Estación Biológica de Doñana por su diligencia y ayuda.

### Literatura Citada

- Baltosser, W.H. y T.L. Best. 1990. Seasonal occurrence and habitat utilization by lizards in Southwestern Mexico. *The Southwestern Naturalist* 35 (4):377-384.
- 1993. Ecología de dos especies de colúbridos (*Malpolon monspessulanus* y *Elaphe scalaris*) en Doñana (Huelva). Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. España. 300 pp.
- 1996. Activity and habitat use in a population of *Ameiva ameiva* in SE Colombia. *Biotropica* 28 (4b):714-719.
- Blázquez, M.C. y R. Rodríguez-Estrella. 1997. Factors influencing the selection of basking perches on cardon cacti by Spiny-tailed iguanas, (*Ctenosaura hemilopha*). *Biotropica* 29 (3):344-348.
- Faith, D.P. 1992. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation* 61:1-10.
- Fauth, J.E., Crother, B.I. y J.B. Slowinski. 1989. Elevational patterns of species Richness, Evenness, and abundance of the Costa Rican Leaf-Litter herpetofauna. *Biotropica* 21 (2):178-185.
- Fuller, R. y D.R. Langslow. 1986. Ornithological evaluation for wildlife conservation. En: *Wildlife conservation evaluation*. Usher, M.B. (Ed.). Chapman y Hall Ltd. Londres. Reino Unido. 247-270.
- Gaston, K.J. 1994. *Rarity. Population and community biology series 13*. Chapman y Hall Ltd. Londres. Reino Unido. 205 pp.



- Greenberg, C.H., Neary, D.G. y L.D. Harris. 1994. Effect of High-intensity wildfire and silviculture treatments on reptile communities in Sand-Pine Scrub. *Conservation Biology* 8 (4):1047-1057.
- Grismer, L.L. 1988. Geographic variation, taxonomy, and biogeography of the anguid genus *Elgaria* (Reptilis:Squamata) in Baja California, Mexico. *Herpetologica* 44 (4):431-439.
- 1990. Relationships, Taxonomy, and Biogeography of the *Masticophis lateralis* complex in Baja California, Mexico. *Herpetologica* 46 (1):66-77.
- 1993. Ecogeography of the peninsular herpetofauna of Baja California, Mexico and its utility in historical biogeography. En: *Proceedings of the Conference of North American Herpetology*. Wright, J.W. y Brown, P. (Eds.). Van Nuys, California: Southwestern Herpetological Society. 89-125.
- 1994. The origin and evolution of the peninsular herpetofauna of Baja California, Mexico. *Herpetological Natural History* 2 (1):51-106.
- 1996. Geographic variation, taxonomy, and distribution of *Eumeces skiltonianus* and *E. lagunensis* (Squamata:Scincidae) in Baja California, Mexico. *Amphibia- Reptilia* 17 (4):361-376.
- 1993. The Oases of Central Baja California, Mexico. Part I. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the oases. *Bulletin of Southern California Academy of Sciences* 92 (1):2-24.
- 1996. Taxonomy and Biogeography of the *Sceloporus magister* complex (Squamata:phrynosomatidae) in Baja California, Mexico. *Herpetologica* 52 (3):416-427.
- Huey, R.B., Pianka, E.R. y T.W. Schoener. 1983. Introduction. En: *Lizard ecology: studies of a model organism*. Huey, R.B., Pianka, E.R., y Schoener, T.W. (Eds.). Harvard University Press. Cambridge, Massachussets y Londres, Reino Unido. 1-6.
- Jones, K.B., Kepner, L.P., y T.E. Martin. 1985. Species of reptiles occupying habitat islands in Western Arizona: a deterministic assemblage. *Oecologia (Berl)* 66:595-601.
- Lavee, D., Safriel, U.N. y I. Meilijson. 1991. For how long do trans-Saharan migrants stop over at an oasis?. *Ornis Sscandinavica* 22:33-44.
- Magurran, A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. Barcelona. 200 pp.
- Margules, C.R. 1986. Conservation evaluation in practice. En: *Wildlife Conservation Evaluation*. Usher, M.B. (Ed.). Chapman and Hall Ltd, London. Reino Unido. 298-314.

- y M.B. Usher. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. *Biological Conservation* 21:79-109.
- Mcguire, J.A. y L.L. Grismer. 1993. The Taxonomy and bigeography of *Thamnophis hammondi* and *T. digueti* (Reptilia: Squamata: Colubridae) in Baja California, Mexico. *Herpetologica* 49 (3):354-365.
- Parker, W.S. y M.V. Plummer, 1987. Population Ecology. En: *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*. Seigel, R., Collins, J.T. y Novak, S.S. (Eds.). McGraw-Hill Publishing Company. Nueva York. 253-301.
- Pianka, E.R. 1986. *Ecology and Natural History of Desert Lizards*. Princeton University Press., Princeton. New Jersey. 208 pp.
- Safriel, U.N. y Lavee, D. 1991. Relative abundance of migrants at a stopping-over site and the abundance in their breeding ranges. *Bird Study* 38(1): 71-72.
- Stebbins, R.C. 1985. *Western reptiles and amphibians*. The Peterson Field Guide Series; 16. Houghton Mifflin Company. Boston. U.S.A. 336 pp.
- Stork, N.E., Samways, M.J. y H.A.C. Eeley. 1996. Inventoring and monitoring biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 11 (1):39-40.
- Usher, M.B. 1986. Wildlife conservation evaluation: attributes, criteria and values. En: *Wildlife Conservation Evaluation*. Usher, M.D (Ed.). Chapman and Hall. Ltd. Londres. Reino Unido. 3-44.
- Weaver, J.C. 1995. Indicator species and scale observation. *Conservation Biology* 9 (4):939-942.
- Wiens, J.J. 1993. Phylogenetic systematics of the tree lizards (Genus *Urosaurus*). *Herpetologica* 49 (9):399-420.



## CAPITULO 10

# LOS OASIS COMO PARCHES ATRACTIVOS PARA LAS AVES TERRESTRES RESIDENTES E INVERNANTES

RICARDO RODRÍGUEZ-ESTRELLA, LAURA RUBIO Y ESTEBAN PINEDA

### Resumen

De acuerdo a nuestra consideración de que los oasis funcionan como sitios de atracción para la fauna de vertebrados por tener agua y alimento disponibles de manera predecible en un medio desértico, se probaron las siguientes hipótesis: 1. Si el oasis es un sitio atractivo para la fauna, ésta deberá ser más abundante, y probablemente más diversa, en el oasis y vegetación asociada, que en la vegetación del tipo matorral desértico que rodea al oasis. Al analizar estos patrones en la avifauna residente e invernante en Baja California Sur, se encontró la existencia de un claro efecto de borde en todos los oasis, donde una proporción importante de las especies de aves muestran mayores abundancias en la vegetación asociada al cuerpo de agua. Asimismo, el mayor número de especies invernantes se encontró en general, en el palmar-carrizal de los oasis norteños, mientras que en los del sur no se cumplió la predicción, siendo los arroyos y el matorral donde se presentó una mayor riqueza. 2. Los oasis funcionan como sitios de escala. Nuestros resultados muestran que las aves migratorias sí utilizan los oasis para recuperarse de la migración y abastecerse de lípidos para el regreso a sus sitios de reproducción. Por otro lado, se trató de determinar el efecto de las actividades humanas relacionadas a los oasis (rural, agrícola, turística) sobre la presencia y abundancia de las aves. Utilizamos como modelo el caso de una especie endémica asociada estrechamente a la vegetación y al oasis mismo, el tapaojitos *Geothlypis beldingi*. Encontramos que las poblaciones de *G. beldingi* son relativamente abundantes en la mayoría de los oasis donde se presentan en la actualidad, pero que son altamente vulnerables porque su distribución en Baja California Sur es en parches, las poblaciones son generalmente pequeñas y aisladas, la especie tiene requerimientos de hábitat muy específicos, y las actividades humanas ejercen una fuerte presión sobre su hábitat, mismas que han hecho desaparecer a las poblaciones de 3 oasis dentro de su distribución histórica. Varios de los oasis se encuentran seriamente amenazados por actividades humanas. Especies como *G. beldingi*, *Melospiza melodia*, *Cistothorus palustris*, *Icteria virens*, *Icterus cucullatus* e *I. parisorum* serán seguramente afectadas por la pérdida y modificación de los oasis.

## Abstract

According to the basic consideration that oases contain water and food in a predictable manner within a desert environment, we tested our hypothesis that oases in Baja California Sur function as attractive areas for fauna, specifically for the resident and overwintering avifauna. A clear edge effect was denoted in all oases, where most resident and overwintering bird species showed higher abundances in the edge vegetation. Also, the greatest species richness was found in the edge vegetation of northern oases. We also found overwintering birds use oases as stopovers during migration, especially the northern ones. In addition, we found that the populations of the endangered Belding's Yellowthroat (*Geothlypis beldingi*) are relatively abundant in most of the oases when present, but they are vulnerable because the distribution of the species in southern Baja California is patchy, populations are, in general, small and isolated, the species has habitat-specific requirements, and human-related activity is pressing strongly into the habitat of this endemic bird. We failed to find Belding's Yellowthroats in three of the oases that had historical records. Several oases are threatened because of human activity. Some bird species, as *G. beldingi*, *Melospiza melodia*, *Cistothorus palustris*, *Icteria virens*, *Icterus cucullatus*, and *I. parisorum* are expected to be negatively affected with habitat (oases) changes.

## Introducción

Los oasis de la península de Baja California representan parches conteniendo una vegetación métrica que se encuentran inmersos en un matorral xerófilo relativamente homogéneo, donde las precipitaciones anuales llegan a tener menos de 200 mm (Turner y Brown 1994, Minckley y Brown 1994). Bajo estas condiciones, nuestras hipótesis de trabajo se apoyaron en la consideración básica de que los oasis funcionan como sitios de atracción para la fauna de vertebrados. De acuerdo a nuestra hipótesis inicial, un hábitat con agua disponible de manera predecible en un medio desértico provocará diferencias en la vegetación que se encuentra asociada al mismo, así como en la abundancia y disponibilidad de recursos alimenticios (semillas, flores, invertebrados, etc.), recursos que no deberían en principio estar disponibles en la misma proporción en el ambiente que rodea a estos parches. Es decir, los recursos deberían volverse más predecibles en un oasis que en un medio árido donde el agua es un factor limitante. Estas diferencias en la vegetación y en la disponibilidad de alimento podrían provocar que la composición de la fauna fuera diferente en estos parches. Por ello nos planteamos varias hipótesis de trabajo que tratamos de manera general en este capítulo, particularizando y profundizando en los dos siguientes capítulos relacionados con las aves. La intención de este capítulo es dar el marco teórico sobre el que se basaron los estudios hechos con las aves residentes e invernantes en los oasis.

A pesar de que se han hecho varios estudios en las zonas tropicales y sub-tropicales de México para evaluar la importancia de diferentes hábitats para las aves migratorias (Ramos *et al.* 1980, Loria y Moore 1990, Moore *et al.* 1990, Moore y Yong 1991, Kuenzi *et al.* 1991, Moore y Simmons 1992, Rappole *et al.* 1992) existe un vacío de información para el noroeste de México, no habiéndose realizado más que escasos trabajos al respecto (Hutto 1992, Contreras-Martínez y Santana 1995, Ornelas y Arizmendi 1995, Villaseñor y Hutto 1995). Existe una carencia evidente de estudios sobre la avifauna de la península de Baja California. La mayoría de los realizados hasta la fecha son de índole taxonómica y de distribución de especies (Wilbur 1987, Howell y Webb 1995). Se sabe que de las 650 especies que existen en Norte América, 338 son migratorias neárticas que invernan en el neotrópico y que dentro de sus áreas de invernación incluyen México (Keast y Morton 1980, Rappole *et al.* 1993). Aunque no se desconoce totalmente el número de especies que invernan en la península de Baja California (Wilbur 1987, Howell y Webb 1992, 1995), la información sobre la importancia de sitios de invernación para las aves es prácticamente inexistente, información que sería necesaria para determinar las áreas prioritarias a conservar, y para que en ese caso los planes de manejo de la región la incorporen en sus estrategias. La información que hemos generado tiene pues un valor intrínseco para la conservación de la avifauna propia de la Península, así como de las aves migratorias que deciden pasar el invierno en ella.

Nuestro objetivo principal es, aparte de generar información básica de las aves residentes e invernantes asociadas a los oasis inexistente hasta el momento, determinar si los oasis funcionan como sitios importantes para la conservación de la avifauna nativa e invernante en Baja California Sur.

Asimismo, trataremos de determinar cómo los oasis influyen la estructura de la comunidad avifaunística en una zona árida. Probaremos la hipótesis de que la presencia de la vegetación asociada a los cuerpos de agua y las actividades humanas asociadas al mismo, provocan una influencia en las comunidades faunísticas comparadas con un ambiente desértico que las rodea (Burkett y Thompson 1994). Esta influencia puede ser positiva para algunas especies y negativa para otras. Intentaremos también determinar si los oasis de Baja California Sur funcionan como sitios de escala ("stopovers"), es decir, como sitios de descanso y recuperación para las aves migratorias.

Finalmente, teníamos un gran interés en estudiar la forma en que las especies endémicas, y aquellas amenazadas y en peligro de extinción apareciendo en las listas oficiales de la NOM-94 (Diario Oficial 1994), se asociaban a los oasis y cual era el efecto de los mismos sobre sus patrones de distribución y abundancia. Presentamos de esta manera el caso de una especie endémica asociada completamente a los oasis, especialista de hábitat, dependiente de la vegetación asociada al cuerpo de agua, y que está en peligro de extinción porque su hábitat recibe una fuerte presión por usos humanos, así como las recomendaciones para su conservación. Esta especie es el "tapaojitos" *Geothlypis beldingi*, que

probablemente sea un modelo aplicable a otras especies o grupos faunísticos que se encuentren estrechamente asociados a los oasis.

### **Efecto de borde**

Nuestra primera hipótesis se relaciona con el efecto mismo de la vegetación asociada al borde del cuerpo de agua (vegetación de carrizal y palmar). Considerando que la estructura de la vegetación en el borde de los oasis es diferente y poco compleja (con un número bajo de especies vegetales siendo dominantes, con pocos estratos de altura de la vegetación) y dado que la estructura de la vegetación determina en gran medida las especies que se presentan en un hábitat (la complejidad de la vegetación determina de manera importante la complejidad de la fauna que se encuentre en un ecosistema; Morse 1985, Petit *et al.* 1988), nosotros predecimos que existirán diferencias en el número y tipo de especies presentes entre el borde y el matorral xerófilo que rodea al oasis. Aunque esta hipótesis la analizaremos con un enfoque diferente en el capítulo 11, en el presente trabajo analizamos particularmente la existencia de un "efecto de borde". Nuestra intención en este caso es determinar si existe un efecto que modifique los patrones de distribución y abundancia de las especies debido a la vegetación asociada al borde del cuerpo de agua. Según esta hipótesis consideraríamos que los patrones de diversidad (riqueza) de especies de aves residentes e invernantes se verían influenciados por este efecto (Wiens 1976, Harris 1988, Murcia 1994). El efecto de borde se refiere a la línea que conecta los puntos de un cambio brusco, y es el resultado de la interacción entre dos ecosistemas adyacentes, cuando los dos son separados por dicha transición abrupta (Harris 1988, Murcia 1995). El borde puede tener un efecto positivo o negativo para las especies (Gates y Giffen 1991, Mills 1995). Por ello, trataremos de determinar las especies de aves que se ven beneficiadas por la presencia de los oasis y de éstas las que se encuentren asociadas a los mismos en diferentes grados.

### **Sitios de escala**

Las zonas donde llegan las aves migratorias a descansar y recuperarse de las largas distancias recorridas durante el viaje son conocidos como sitios de escala (stopovers). En los sitios de escala las aves migratorias pueden utilizar los recursos locales (alimento) para renovar sus depósitos de grasa subcutáneos y peritoneales que fueron gastados durante la migración (Van Tyne *et al.* 1976, Bairlein 1988, Loria y Moore 1990, Winker *et al.* 1992). Intentaremos analizar si la hipótesis de que las aves migratorias son por lo general más generalistas en dieta y hábitats que las residentes en los sitios de invernación (Rappole *et al.* 1993) se aplica a estos sitios en la península de Baja California donde los oasis han sido modificados por diversas actividades humanas. Las aves migratorias que arriban a la Península provienen principalmente de los EUA y de Canadá (Wilbur 1987, Rodríguez-Estrella *et al.* 1991, Howell y Webb 1995, Unitt y Rodríguez-Estrella 1996). No existía información previa de la avifauna utilizando los oasis de la

Península ni la consideración de si los oasis funcionaban como sitios de escala para las aves migratorias. La determinación de este aspecto es de gran importancia para la conservación de las aves migratorias que invernan en la Península y para la comprensión de las estrategias que tienen las aves migratorias del Neotrópico en ambientes desérticos pero con una vegetación estructuralmente compleja. Un análisis preliminar de este efecto se puede consultar en el capítulo 12 de este libro.

### El caso de *Geothlypis beldingi*

El "tapajitos", o "tulerito" como se le conoce localmente, (*Geothlypis beldingi*) es una especie endémica de Baja California Sur que fue primeramente descubierta en 1882 por L. Belding. Se reconocen dos subespecies, *G. b. beldingi* residente en la región del Cabo entre las latitudes 23° y 24° N, y *G. b. goldmani*, residente entre las latitudes 26° y 28° N (Grinnell 1928, Wilbur 1987, Howell y Webb 1992). Los tapajitos están restringidos a varios oasis y estrechamente relacionados a la vegetación asociada al borde de los cuerpos de agua, con carrizo (*Phragmites communis*) y tule (*Typha domingensis*) (Brewster 1902, Grinnell 1928, Wilbur 1987). Aunque *G. beldingi* está considerada como una especie en peligro de extinción en México (Diario Oficial 1994), se sabe muy poco sobre su situación, no existiendo información cuantitativa sobre su abundancia en ninguna localidad de su distribución (Wilbur 1987, Collar *et al.* 1994). Esta información es necesaria para los programas de conservación de cualquier especie o hábitat. Presentamos en este caso nuestra información cuantitativa sobre la situación y distribución actuales de *Geothlypis beldingi* y discutimos las amenazas por actividades humanas que tiene la especie en 10 oasis de Baja California Sur. Esta información podrá ser de utilidad a los manejadores para los programas de conservación de la especie.

### Metodología

El oasis fue considerado por nosotros de acuerdo a los tipos de vegetación y zonas alrededor del cuerpo de agua que contrastaran entre sí. De esta manera, nuestros muestreos de aves se realizaron en: 1. la asociación vegetal carrizal-palmar, establecida en la periferia (0-50 m) del cuerpo de agua; 2. arroyo; y 3. matorral xerófilo.

Para determinar la abundancia y riqueza específica de las aves en las diferentes asociaciones vegetales (carrizal-palmar, arroyo, matorral) de cada oasis (para una definición de los oasis considerados ver capítulo 2) y durante las temporadas de primavera-verano y otoño-invierno, se realizaron una serie de transectos lineales, de tiempo y de distancia, así como transectos de puntos fijos, dentro de las asociaciones, y perpendiculares al cuerpo de agua. De esta manera se obtuvo información sobre la presencia y abundancia de cada especie de ave registrada para cada asociación vegetal y en relación a la distancia a la vegetación del borde del cuerpo de agua. Asimismo, se colocaron una serie de redes de diferentes



medidas y mallas para capturar a las aves. Este método permitió capturar especies no registradas por los otros métodos. Más información sobre la metodología de transectos utilizados se puede consultar en el capítulo 11 de este libro.

La información obtenida después de dos años de trabajo en el campo se colocó en una matriz de datos de presencia-ausencia, calculando el porcentaje de especies migratorias y residentes. Para determinar la similitud de la avifauna entre oasis considerando únicamente la vegetación de palmar-carrizal en la época de invierno, se utilizó el índice de similitud de Morisita que requiere datos cuantitativos y no es afectado por el tamaño de la muestra (Krebs 1989). Posteriormente se creó un dendrograma de similitud que consiste en formar grupos de acuerdo a los valores medios de similitud para cada oasis, comparando la riqueza de especies de aves y sus abundancias entre la vegetación del borde. También se compararon estos datos entre la vegetación del borde y la registrada cada 100 m hasta 1 km. Los oasis considerados para este método fueron San Ignacio, El Pilar-Las Pocitas, Punta San Pedro y San José del Cabo. Los dendrogramas de similitud se obtuvieron aplicando el programa ANACOM (versión 3.0, 1994).

Para calcular la similitud de la composición de especies de aves entre cada oasis en la asociación de palmar-carrizal, que es la vegetación que difiere del resto del ecosistema árido, particularmente en el otoño-invierno que es la estación donde se presentan tanto aves residentes como migratorias, se utilizó el Coeficiente de Comunidad de Whittaker (Whittaker 1975):

$$CC = 2S_{ab}/(S_a + S_b)$$

donde  $S_{ab}$  es el número de especies en común entre los dos oasis, mientras que  $S_a$  y  $S_b$  son el número de especies en cada uno de los dos oasis, respectivamente (Whittaker 1975). Este mismo coeficiente podría aplicarse para encontrar la similitud entre oasis por los diferentes tipos de vegetación, pero tal como se analizó la información con métodos multivariados (ver capítulo 11), no encontramos diferencias entre los mismos tipos de vegetación entre oasis, por lo que la información se trató en conjunto para todos los oasis.

El muestreo con redes permitió además manejar las aves invernantes capturadas para cuantificar los niveles de grasa y su condición física, información necesaria para determinar si los oasis de Baja California Sur están funcionando como sitios de escala (Morris *et al.* 1996). Una mayor descripción del método puede consultarse en el capítulo 12.

En relación al estudio de *Geothlypis beldingi*, la península de Baja California ha experimentado un incremento en las tasas de cambio del hábitat por actividades humanas en los últimos 10-15 años, especialmente en las partes más norteñas y sureñas de la Península (Massey y Palacios 1994, Rodríguez-Estrella *et al.* en prensa). Entre los factores que actualmente afectan la distribución y abundancia de las aves se encuentran el desmonte con fines agrícolas, el sobrepastoreo, la

minería y, en particular, la actividad turística (Massey y Palacios 1994, Palacios y Mellink 1996, Rodríguez-Estrella *et al.* 1997, en prensa). Muchos de los oasis presentes en Baja California Sur han sido modificados por estas actividades. Estudiamos los tapajitos en los oasis de San Ignacio, La Purísima, El Pilar, San Pedro de la Presa, San Juan Bautista, San Bartolo, Punta San Pedro-Todos Santos, Santiago, Boca de la Sierra, y San José del Cabo. La mayoría de estos oasis habían sido citados anteriormente como sitios de reproducción para el tapajitos, mientras otros fueron visitados para determinar si la especie existía allí. Seleccionamos estos últimos oasis considerando que tuvieran hábitat adecuado para esta ave.

Para determinar su abundancia se hicieron recorridos de tiempo alrededor de la vegetación de borde de los oasis. Se estimó la abundancia como el número de aves detectadas por hora. El trabajo se hizo bajo condiciones climáticas similares de sol despejado, con un muestreo total de 35 hr y 63 hr durante las estaciones reproductivas y de invierno, respectivamente.

Para determinar el grado de asociación a la vegetación del borde del agua que tiene *G. beldingi*, dos observadores registraron todas las aves utilizando carrizo, palmas (*Washingtonia-Phoenix*) y la vegetación natural alrededor del oasis (en transectos perpendiculares de 0.1 a 1 km fuera del cuerpo de agua). El esfuerzo de muestreo fue de 52.33 hr.

En los oasis de San Ignacio, La Purísima, El Pilar, San José del Cabo y Punta San Pedro-Todos Santos, también colocamos redes de niebla para atrapar a las aves y así tener información adicional de la abundancia y movimientos de las aves. Las redes fueron colocadas en el borde del carrizal (0.5-1 m del agua) y en el palmar (2-100 m), durante un total de 66 hr en San Ignacio, 71 h en La Purísima, 21 hr en El Pilar, 23 hr en Punta San Pedro, y 29 hr en San José del Cabo. Otro índice de abundancia fue estimado como el número de aves trampeadas por el número de redes y el número de días de redeo. Las aves fueron anilladas con lo que fue posible determinar las tasas de captura/recaptura.

El grado de amenaza para cada población del "tapajitos" se estimó registrando las actividades humanas existentes en cada oasis, incluyendo cada actividad en las siguientes categorías: (0) la actividad no existía; (1),(2) y (3) una actividad ligera, moderada y fuerte existía, respectivamente. Las actividades que consideramos fueron 1. turismo; 2. la quema de carrizal y palmar para limpiar las áreas de vegetación seca para evitar fuegos; 3. el corte de ramas de carrizo para construcciones rurales; 4. extracción de agua para uso humano y agrícola; 5. ganado vacuno, caballos y burros alimentándose de carrizo.

Aplicamos entonces un análisis de escalamiento multidimensional (Kruskal 1964, Shepard 1980, Johnson y Wichern 1988) a la matriz generada utilizando las distancias originales de las variables (factores humanos clasificados) amenazando cada oasis. Utilizamos esta técnica para denotar las similitudes en

las amenazas que enfrenta el tapaojitos en todos los oasis (Kruskal 1964, Shepard 1980). Los análisis se realizaron utilizando Statistica (v. 1995).

## Resultados

### Especies y abundancia

Un total de 94 especies fueron detectadas en todos los oasis, siendo 37 migratorias de invierno (39.4%) (Apéndice 1). El número máximo de especies de aves ocurrió en invierno y en palmar (La Purísima, Cuadro 1). En relación a las aves invernantes, el mayor número de especies se encontró, en general, en el palmar-carrizal de todos los oasis del norte (Cuadro 1). En los oasis del sur fueron los arroyos y el matorral quienes recibieron el mayor número de especies (Cuadro 1). De un total de 478 aves capturadas en red (de 33 especies diferentes), un 62.5% correspondieron a aves invernantes, el resto a residentes. En general, se capturaron más aves en el carrizal y palmar que en las otras asociaciones vegetales (Cuadro 2a). Las aves capturadas fueron tanto granívoras-frugívoras como insectívoras en las invernantes, mientras que las insectívoras predominaron para las residentes (Cuadro 2b). En general, e independientemente de la latitud, para la vegetación asociada al borde del agua de todos los oasis las especies más abundantes fueron las de insectívoros, seguida de las de granívoros (Figs. 1-3), particularmente en las aves invernantes. La excepción fue el oasis de San Juan Bautista, cuyo palmar-carrizal había sido fuertemente modificado por actividades humanas. La mayor proporción de insectívoros fueron forrajeadores de follaje (Fig. 4). Es decir, se alimentan de insectos en las hojas de las plantas.

### Coefficientes de similitud

La similitud en la composición de especies de aves en invierno entre las asociaciones de carrizal-palmar es homogénea y relativamente alta entre todos los oasis, pero siendo relativamente más similares entre sí los oasis del norte y del sur (Cuadro 3). Lo mismo sucede para el matorral xerófilo de la periferia (Cuadro 4). No se hicieron muestreos del matorral en San José del Cabo. Sin embargo, al comparar la similitud de las comunidades de carrizal-palmar y matorral dentro de cada oasis, las similitudes son bajas para los oasis del norte y relativamente altas para las del sur (Cuadro 5).

### Efecto de borde

Los análisis de similitud entre los bordes de los oasis considerados muestran que para el inicio de la llegada de los migratorios, los oasis fueron en general poco similares entre sí en la abundancia de las especies presentes (nivel 0.523 entre San Ignacio y Punta San Pedro; nivel 0.412 entre estos dos y La Purísima). Sin embargo, hacia la parte final de la época de invierno, los oasis son más similares entre sí, particularmente San Ignacio y San José (nivel 0.711 entre San Ignacio y

**Cuadro 1.** Riqueza de especies registrada en los oasis muestreados de acuerdo con el tipo de vegetación, durante el verano y el invierno, en los años 1994-1996.

OASIS	EPOCA	PALMAR	MATORRAL	ARROYO	CULTIVO
San Ignacio	Invierno	49	15	36	--
	Verano	30	26	22	--
La Purísima	Invierno	56	31	27	--
San Juan Bautista	Invierno	--	24	27	31
San Pedro de la Presa	Verano	35	30	--	--
El Pilar	Invierno	42	26	23	--
	Verano	27	31	30	12
San Bartolo	Invierno	33	30	--	--
Santiago	Invierno	27	29	37	32
Boca de la Sierra	Invierno	--	32	30	--
Punta San Pedro	Invierno	19	17	--	--
	Verano	22	--	--	--

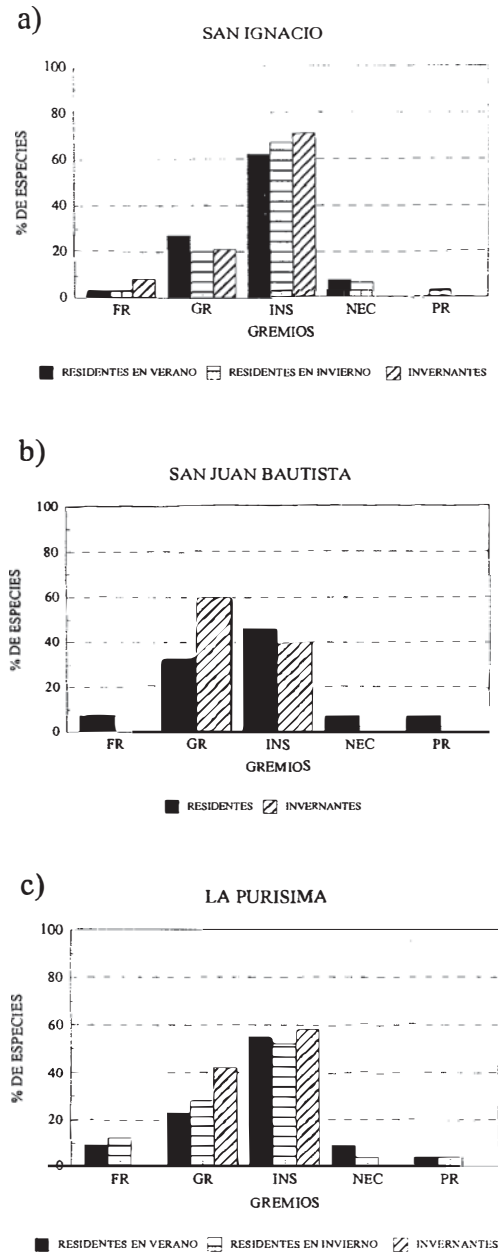
**Cuadro 2.** Capturas de aves residentes e invernantes mediante el uso de redes en las diferentes asociaciones vegetales de los oasis muestreados. Se dan las abundancias en relación al número total de individuos capturados y la riqueza es el número de especies totales capturadas.

a)

VEGETACION	RESIDENTES		INVERNANTES	
	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza
Palmar	43	16	31	8
Carrizal	72	12	139	14
Cultivos	23	14	95	9
Matorral	41	10	34	9
Total	179		299	

b)

GREMIOS	RESIDENTES		INVERNANTES	
	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza
Granívoros	45	4	192	7
Frugívoros	13	2		
Insectívoros	114	18	107	11
Nectarívoros	7	1		
Total	179		299	



**Figura 1.** Riqueza de especies de aves de acuerdo a los gremios establecidos de acuerdo a sus dietas, en los oasis de San Ignacio, San Juan Bautista y La Purísima. FR = frugívoros; GR = granívoros; INS = insectívoros; NEC = nectarívoros; PR = predadores.

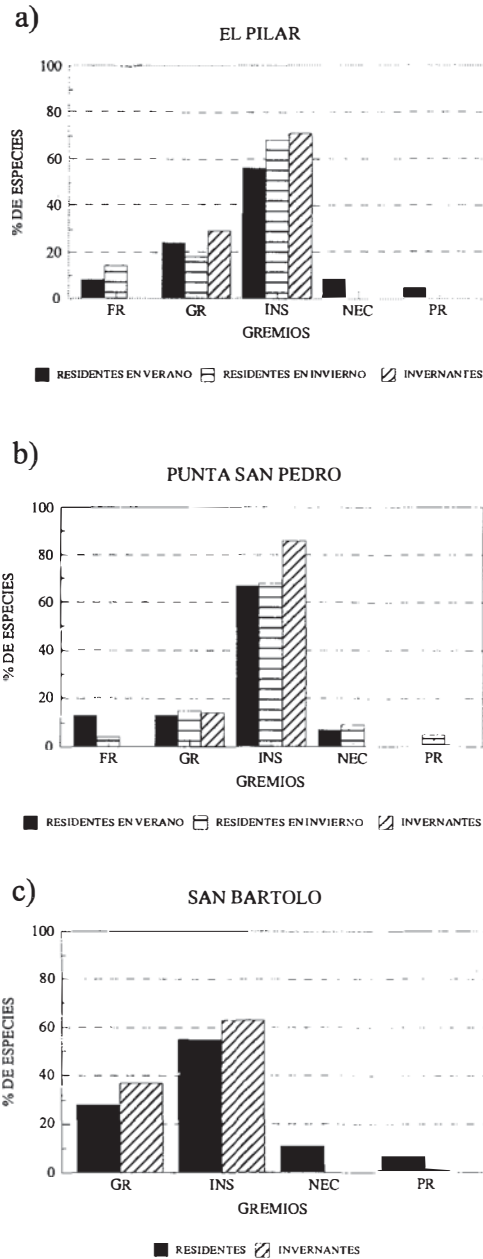
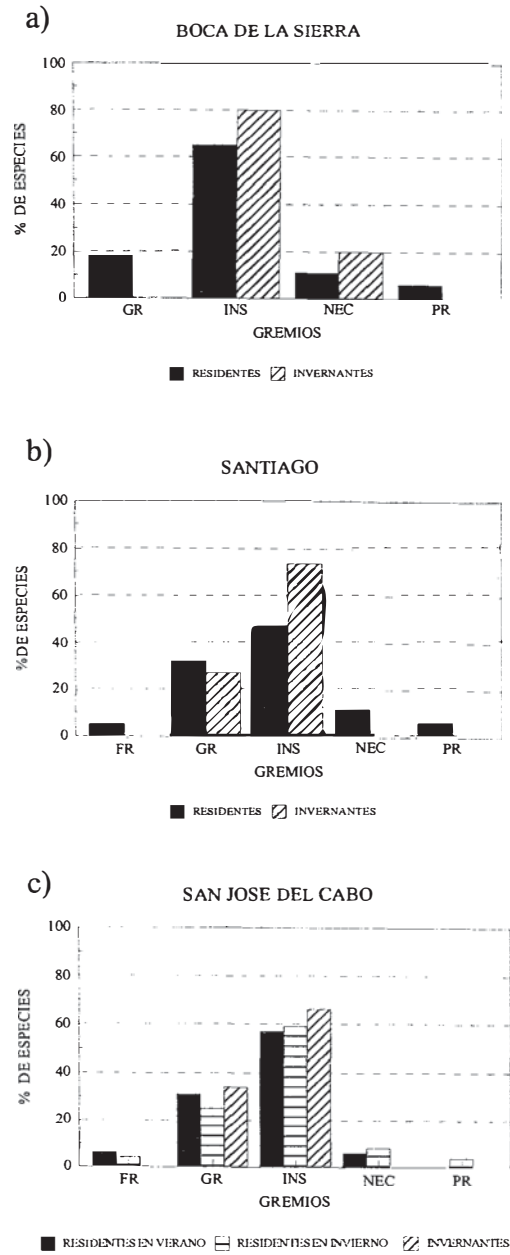


Figura 2. Riqueza de especies de aves de acuerdo a los gremios como se especifica en la Fig. 1, para los oasis El Pilar, Punta San Pedro y San Bartolo.



**Figura 3.** Riqueza de especies de aves de acuerdo a los gremios como se especifica en la Fig. 1, para los oasis Boca de la Sierra, Santiago y San José del Cabo.

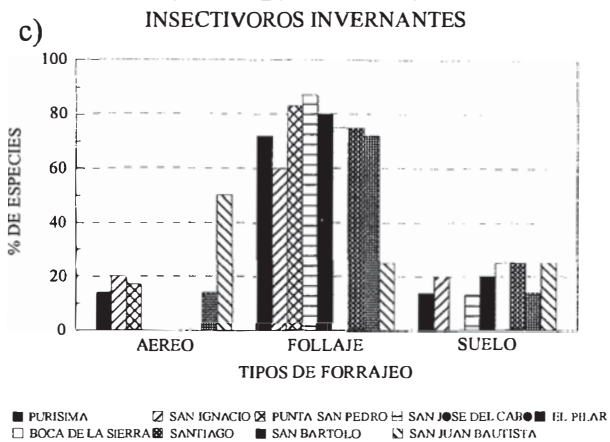
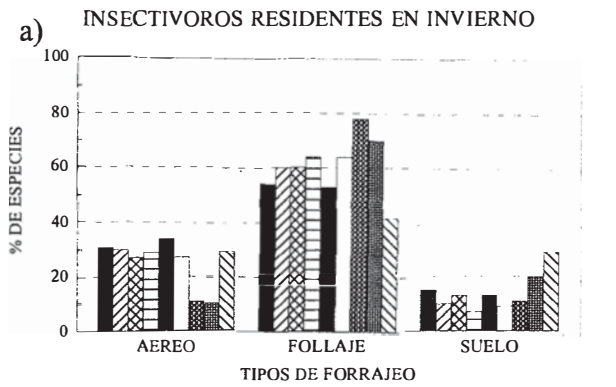
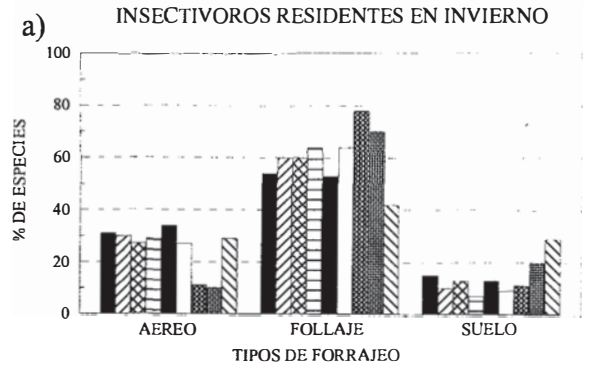


Figura 4. Número de aves insectívoras observadas en los oasis estudiados, de acuerdo a sus estrategias de forrajeo, caza aérea, forrajeadores de follaje y forrajeadores de suelo.



**Cuadro 3.** Coeficientes de Similitud entre Comunidades de Whittaker (1975) para las especies de aves en los diferentes oasis muestreados, para la asociación carrizal-palmar en la temporada de invierno.

	SI	PU	PL	SB	SA	SP	SJ
SI	0	0.77	0.66	0.64	0.58	0.64	0.54
PU		0	0.66	0.64	0.60	0.65	0.47
PL			0	0.58	0.55	0.68	0.44
SB				0	0.75	0.68	0.60
SA					0	0.62	0.65
SP						0	0.69
SJ							0

Los oasis están ordenados en secuencia latitudinal. SI=San Ignacio; PU=La Purísima; PL=Las Pocitas; SB=San Bartolo; SA=Santiago; SP=Punta San Pedro; SJ=San José del Cabo.

**Cuadro 4.** Coeficientes de Similitud entre Comunidades de Whittaker (1975) para las especies de aves en los diferentes oasis, para la asociación matorral xerófilo en la temporada de invierno.

	SI	PU	JB	PL	SB	BS	SA	SP
SI	0	0.52	0.44	0.54	0.40	0.47	0.41	0.65
PU		0	0.73	0.74	0.66	0.60	0.70	0.69
JB			0	0.68	0.59	0.57	0.60	0.63
PL				0	0.68	0.69	0.73	0.68
SB					0	0.77	0.78	0.72
BS						0	0.82	0.70
SA							0	0.64
SP								0

Las abreviaturas son como en el cuadro anterior, sólo JB=San Juan Bautista.

**Cuadro 5.** Coeficientes de Similitud entre Comunidades de Whittaker (1975) para las especies de aves en los diferentes oasis, comparando las asociaciones carrizal-palmar y matorral xerófilo en la temporada de invierno.

	SI	PU	JB	PL	SB	BS	SA	SP
SI	0.38	0.45	0.44	0.53	0.51	0.52	0.49	0.57
PU	0.30	0.55	0.49	0.53	0.53	0.56	0.56	0.65
PL	0.30	0.49	0.35	0.55	0.58	0.59	0.56	0.59
SB	0.33	0.53	0.56	0.51	0.67	0.55	0.61	0.58
SA	0.34	0.46	0.40	0.46	0.61	0.55	0.62	0.52
SP	0.43	0.51	0.57	0.62	0.68	0.69	0.69	0.70
SJ	0.34	0.31	0.36	0.39	0.52	0.54	0.49	0.44

Las abreviaturas son como en el cuadro anterior.

San José; nivel 0.604 entre Punta San Pedro y El Pilar; nivel 0.509 entre estos dos grupos).

Encontramos la existencia de un claro efecto de borde en todos los oasis en el invierno, donde una proporción importante de las especies muestran mayores abundancias hacia la vegetación asociada al cuerpo de agua (Apéndice 2, ver colores amarillos y verdes hacia los 0 a 100 m del borde). Algunas especies que son netamente desérticas muestran un patrón contrario, siendo más abundantes hacia el matorral sarcocaulé (*i.e.* *Amphispiza bilineata*, *Myiarchus cinerascens*, *Cardinalis cardinalis*, *Polioptila californica*, *Campylorhynchus brunneicapillus*). Entre las especies particularmente asociadas al borde de la vegetación están los endémicos *Geothlypis beldingi* e *Hylocharis xantusii*, así como los no-endémicos *Melospiza melodia* e *Icteria virens*; entre los invernantes *Cistothorus palustris*, *Dendroica coronata*, *Zonotrichia leucophrys*, *Vermivora celata* y *Wilsonia pusilla*, aunque estas dos últimas especies prefieren los arroyos. Especies beneficiadas y asociadas a la vegetación de palmar, también en el borde del agua, fueron *Icterus parisorum*, *I. cucullatus*, *Melanerpes uropygialis*, *Carpodacus mexicanus* y *Buteo albonotatus*.

### Sitios de escala

Los niveles de grasa fueron, como se esperaba, mucho más altos en las aves invernantes que en las residentes. Predominaron los niveles de grasa altos en los meses de febrero a marzo, previo a la migración de regreso a los sitios de origen. Es notable que entre febrero a marzo los niveles de grasa cambiaron de un menor a mayor grado (ver capítulo 12), lo cual indica que las aves se reabastecían para iniciar la migración de regreso a Norte América.

### Caso *Geothlypis beldingi*

Los tapajitos fueron especialmente abundantes en los oasis de San José del Cabo, Punta San Pedro, La Purísima y San Ignacio (Cuadro 6). No encontramos relación entre la abundancia de las aves con la latitud del oasis, aunque los oasis de mayor tamaño soportaron una mayor población que los pequeños (Cuadro 6).

Estas aves forrajearon principalmente en carrizo y tule en todos los oasis (Cuadro 7), a una distancia entre 0 y 50 m de la vegetación del borde del agua y no fueron registrados más allá de 50 m (Fig. 5). Lo anterior indica que los tapajitos tienen requerimientos del hábitat muy específicos.

La actividad humana puede estar afectando a las poblaciones de los tapajitos de manera diferente (Cuadro 8). Las presiones humanas son menores en los oasis de latitudes arriba de los 24° comparadas con aquellas localizadas en las latitudes más sureñas (Fig. 6) (*i.e.* Santiago y Boca de la Sierra). Las amenazas más correlacionadas para los oasis del sur fueron la quema y la tala de la vegetación, así como el sobrepastoreo por burros, aunque el turismo parece ser la amenaza

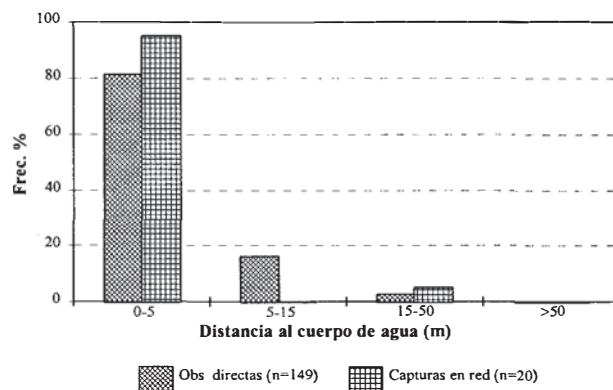
más importante (Fig. 7). Las actividades turísticas implican cambios en las prácticas del uso de la tierra de los oasis. El desmonte para el mejoramiento del paisaje y la extracción del agua son los cambios más importantes (*i.e.* San José del Cabo). Por otro lado, la extracción completa del agua provocaría la eliminación del carrizo y el alimento, lo que haría el hábitat inadecuado para la especie (*i.e.* Santiago).

Para los oasis del norte, las amenazas de tipo humano fueron generalmente pequeñas (Fig. 7). Mulegé (Howell y Webb 1992, obs. pers.) y el oasis de San Ignacio contienen poblaciones abundantes de las aves. Además, el corredor de 30 km del cañón de La Purísima se encuentra bien conservado, lo cual garantiza una

**Cuadro 6.** Abundancia de las poblaciones de tapajitos en varios oasis de Baja California Sur, tal como se estimó por los métodos de trampeo por red (capturas/red/días) y por transectos lineares de 1 hr. (No. de parejas).

	SI		PU		JB	EP		PP	SP		SB	BS		SA		SJ	
	V	I	V	I	I	V	I	V	V	I	I	V	I	V	I	V	I
Captura/Recaptura	1/0	5/0	3/0	1/0	-	-	-	-	-	7/1	-	-	-	-	-	-	3/0
Capturas/Red/Días	0.7	1.3	3.8	1.1	-	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	-	2
Abundancia. (No. de parejas)	2.4	1.99	0.9	2	0	0	0	0.5	3.5	2	0	0	0	0	0	1.6	3.5
No. de transectos de 1 hr.	8.5	13	4.5	1	2	2	2	2	8	2.5	4	2	3	2	4	5	4

SI=San Ignacio; PU=La Purísima; JB=San Juan Bautista; EP=El Pilar; PP=San Pedro de la Presa; SP=Punta San Pedro-Todos Santos; SB=San Bartolo; BS=Boca de la Siera; SA=Santiago; SJ=San José del Cabo; V=Verano; I=Invierno.



**Figura 5.** Registros de tapajitos forrajeando desde la vegetación del borde del cuerpo de agua hacia fuera según las observaciones (n = 149) y las capturas en red (n = 20).

población abundante de *G. beldingi*. Sin embargo, modificaciones leves por actividad humana en pequeños oasis pueden tener consecuencias drásticas (*i.e.* San Juan Bautista).

Por el contrario los oasis de las latitudes más sureñas enfrentan una alta presión humana (Fig. 7, Cuadro 8) y tienen poblaciones del tapaojitos disyuntas, separadas, y pequeñas (Fig. 6, Cuadro 8). La única población relativamente abundante en el sur es la de San José del Cabo.

**Cuadro 7.** Registro de "tapaojitos" forrajeando en los oasis de Baja California Sur, en el verano (V) e invierno (I), de 1994-1996.

Especie de planta	SI		TS		SJ		PU		TOTAL	
	V	I	V	I	V	I	V	I	N	(%)
Carrizo	16	39	8	5	7	18	-	4	97	(65.1)
Tule	3	-	18	-	3	-	-	-	24	(16.1)
Palmas	2	1	3	7	3	8	-	-	24	(16.1)
Vinorama	-	-	1	1	-	-	-	-	2	(1.3)
Otras	-	-	-	-	1	1	-	-	2	(1.3)

Los valores (%) están dados sobre las observaciones totales del verano e invierno ( N=149 ); SI=San Ignacio; TS=Todos Santos; SJ=San José del Cabo; PU=La Purísima.

**Cuadro 8.** Amenazas humanas para cada oasis estudiado en 1994-1996.

Oasis	Turismo	Extracción de agua	Tala de carrizo para casas	Quema	Burros, ganado, caballos
San Ignacio	1	1	1	2	1
La Purísima	0	1	1.5	1.5	2
San Juan	0	3	0	2	2
El Pilar	0	2	1.5	0	0
San Pedro de la Presa	0	2	1	1	3
Punta San Pedro	3	0	1	2	1
San Bartolo	1	2	2	1	2
Boca de la Sierra	1	2	0	0	2
Santiago	0	3	3	3	3
San José del Cabo	2.5	3	2	2	3

El grado de actividad humana se consideró como: 0=la actividad no existe; 1=ligera; 2=media; 3=fuerte. Cuando la actividad fue intermedia entre categorías usamos un valor de 0.5.

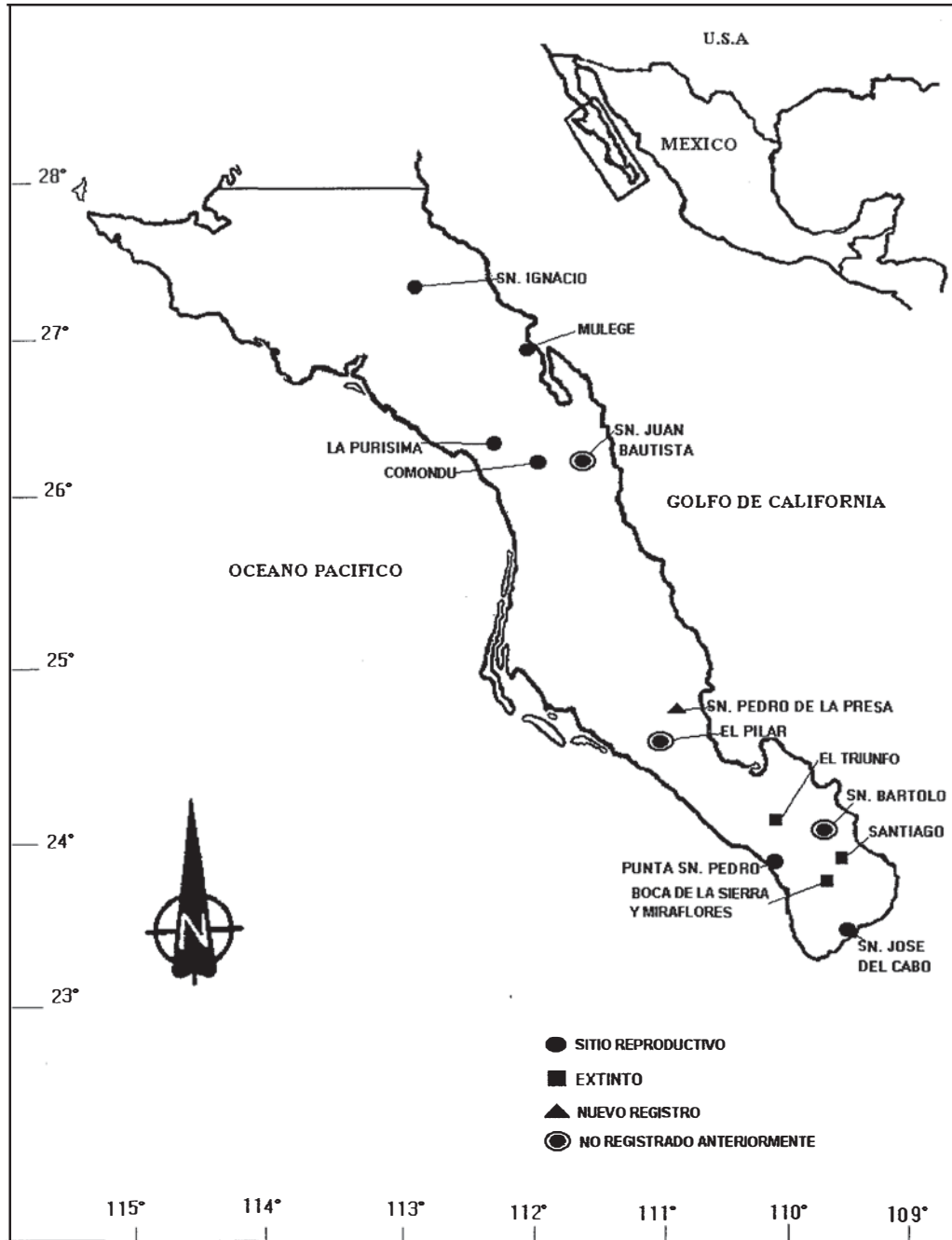
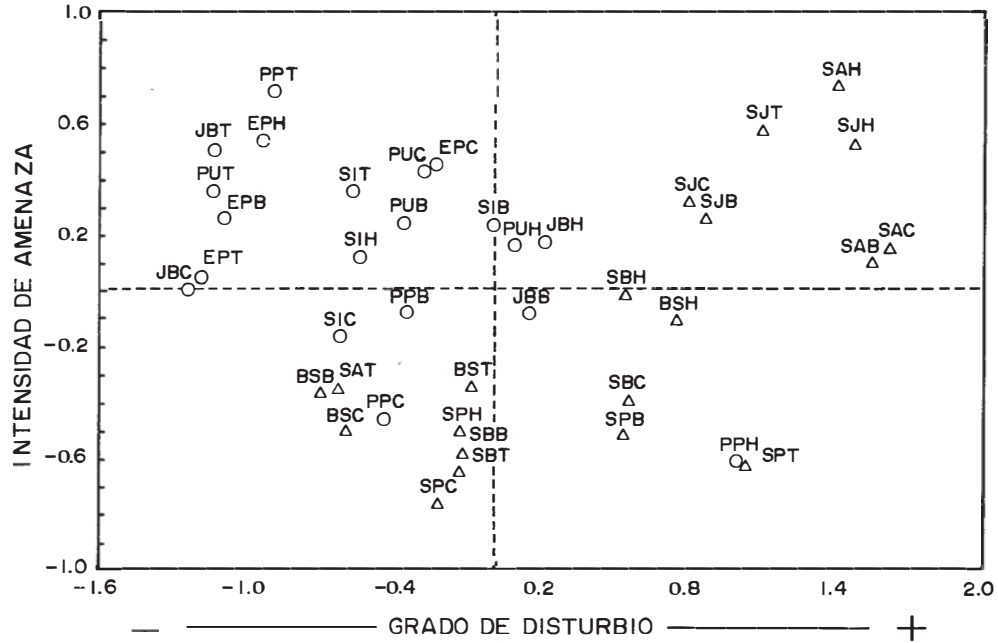


Figura 6. Distribución histórica y actual del tapajitos o tulerito en los oasis de Baja California Sur estudiados.



**Figura 7.** Representación gráfica de las principales amenazas por actividad humana que enfrenta el tapajitos en los oasis de Baja California Sur. El Escalamiento Multidimensional fue utilizado para encontrar las similitudes de amenazas entre oasis con factores significativos de las actividades humanas. Los círculos oscuros representan a los oasis del norte, los círculos claros a los oasis intermedios y los triángulos oscuros a los oasis del sur. Nótese que los oasis del sur tienen en general un grado más alto de disturbio y de intensidad de las amenazas relacionadas al hombre. Las abreviaturas para el nombre de los oasis se dan en el cuadro 6. Amenazas: C = tala; B = quema; T = turismo; H = burros y caballos.

## Discusión

### Riqueza y abundancia

Si bien el objetivo principal de este trabajo no era generar información referente a un listado faunístico de las aves, paralelamente se logró obtener un inventario que consideramos cubre la mayoría de las especies que se presentarían en los ambientes mésicos de la Península.

El número de especies detectadas en nuestro estudio rebasa las expectativas sobre el número de especies que se esperarían en áreas desérticas. El número de especies fue mucho menor que lo reportado en zonas tropicales y subtropicales: Los Tuxtlas, Chiapas 315; Chamela, Jalisco 270; Michoacán, Colima y Jalisco 246 (Omelas *et al.* 1993, Villaseñor y Hutto 1995). Sin embargo, el de Baja California Sur (94) supera lo reportado en otros desiertos como el Chihuahuense (55), Sonorense (60), Mohave (45), Gran Cañón (44) y el de Tehuacán, Puebla (90); según revisión y datos de Arizmendi y Espinoza (1996). Este número se incrementaría considerablemente si hubiésemos anexado todas las especies de las familias Accipitridae, Strigidae, Ardeidae, Recurvirostridae y Scolopacidae, que Arizmendi y Espinoza (1996) consideraron en su revisión, pero que nosotros no incluimos en los análisis aunque sí se presentan en los cuerpos de agua de los oasis (ver apéndice 1). No se incluyeron porque nuestro estudio enmarcó únicamente las estrategias de migración y uso de los oasis de aves paserinas residentes e invernantes. Esta cantidad superior de especies de aves parece ser resultado de la gran diversidad de ambientes en el ecosistema desértico del matorral sarcocaulé, incluidos los oasis, que permite se presente una mayor diversidad faunística. Este hecho parece contrastar con la información empírica que apunta a considerar que el desierto árido de la Península es pobre en especies de fauna.

La mayor proporción de especies asociadas a los oasis y al desierto circundante son de origen Neártico, con migratorios al Neotrópico (Rodríguez-Estrella *et al.* datos no publ.) y la mayor parte de las especies que se encuentran en la vegetación de borde se encuentran en el matorral xerófilo, variando únicamente las abundancias.

### **Coefficientes de similitud**

La similitud de las comunidades de aves del carrizal-palmar y matorral dentro de cada oasis fueron bajas para los oasis del norte y relativamente altas para las del sur. Dadas estas similitudes y dado que la proporción de especies compartidas de especies invernantes es baja entre los oasis y relativamente moderada para las residentes (ver capítulo 11), se sugiere que existe un patrón diferente del uso de las asociaciones vegetales mencionadas por las aves residentes e invernantes, y que estas diferencias se expresan también de manera latitudinal. Estas diferencias en similitud pueden deberse al carácter más tropical de los elementos del matorral sarcocaulé en los oasis del sur, o al mismo clima, en relación a los del norte, donde las diferencias climáticas y de vegetación pueden ser más contrastantes entre las asociaciones. Las diferencias en la heterogeneidad espacial que las aves migratorias enfrentan en los sitios donde pasan el invierno parece reflejarse en este hecho (Herrera 1981).

### Relaciones al hábitat

El palmar-carrizal fue la asociación más utilizada por las aves invernantes de todos los oasis del norte, mientras que en los del sur, fueron los arroyos y el matorral quienes recibieron el mayor número de especies. Nuestra hipótesis es que las aves se encuentran utilizando diferencialmente los recursos de acuerdo a la disponibilidad de los mismos (Greenberg 1995). Se ha encontrado que existe una buena correlación entre la abundancia local y la disponibilidad de alimento para especies de insectívoros y granívoros (Bock y Bock 1974, Kallander 1981), pero no se ha encontrado una correlación entre la abundancia de los frugívoros y la disponibilidad de su recurso alimenticio localmente (Herrera 1988). Las aves migratorias pueden presentar otra estrategia para explotar los recursos en las zonas de invernación, y es que pueden permanecer en sitios localizados (oasis), pero demostrar un alto grado de plasticidad en el forrajeo, lo que les permite utilizar una mayor fuente de recursos (Greenberg 1995). Se ha encontrado que existe una mayor diversidad de tácticas de forrajeo en las aves invernantes en relación a las residentes, tanto en zonas tropicales como en las mediterráneas (Herrera 1978). Aunque el nivel del análisis de nuestros datos no permite que seamos concluyentes en nuestras interpretaciones sí podemos decir que en apariencia estas teorías no se ajustan a nuestros resultados, ya que tanto las especies residentes como las invernantes presentan un alto grado de selectividad por los parches de carrizal-palmar así como un uso intenso de plantas específicas similares (ver capítulos 11 y 12).

Se encuentra también documentado que las aves migratorias deben realizar escalas para renovar sus reservas grasas casi agotadas, cuando llegan a sitios donde pueden permanecer todo el invierno o sólo temporalmente (Jones 1995, Yom-Tov y Ben-Shafar 1995). Debido a las rutas migratorias que deben cubrir en la península de Baja California, el primer paso obligado es San Ignacio. Es aquí donde las aves migratorias invernantes deben utilizar el carrizal-palmar más frecuentemente dado que en esta asociación existen más recursos disponibles y predecibles (ver capítulos 6 y 7). Los invertebrados y los dátiles ricos en carbohidratos (los cuales representaron 88% del total de los elementos analizados del dátil, 3.1% de proteínas y 8.9% de humedad y restos no utilizables; Rodríguez-Estrella *et al.* datos no publ.) son recursos energéticamente rentables y buscados por las aves migratorias a su llegada a los oasis. Los oasis del sur reciben a las poblaciones de aves invernantes en el final de su ruta de migración, con una alta probabilidad de que se hayan abastecido previamente en otras escalas de su ruta y recuperado su condición física. De esta manera, en un clima más tropical, la vegetación de arroyo y matorral debería contener una mayor cantidad de alimento disponible. Se sabe que plantas como el mezquite, palo Adán y los torotes (*Bursera* sp.), así como la matacora (*Jatropha cuneata*) son plantas muy buscadas por aves insectívoras y frugívoras y que se encuentran en períodos de fructificación durante la estancia de las aves en la Península.



Los oasis que no presentan estas tendencias son San Juan Bautista, que no contiene prácticamente vegetación de palmar-carrizal; Santiago, que ha sufrido la desecación de la laguna y la eliminación del palmar para evitar fuegos y por comercio de la palma de hoja.

### **Efecto de borde**

Las diferencias en la similitud entre las especies del borde de los oasis en la época temprana y tardía entre oasis, parece mostrar un patrón. Este patrón parece reforzar nuestra idea de que los oasis del norte funcionan generalmente como sitios de escala para varias especies, mientras que los del sur como sitios de invernación. Nuestra conclusión es que la vegetación asociada al borde del cuerpo de agua tiene un efecto benéfico sobre la mayoría de las especies y por ello son sitios de atracción para una gran proporción de las especies de aves residentes y para la casi totalidad de las aves migratorias invernantes, por la abundancia de alimento que allí existe. Los oasis son pues parches muy atractivos para las aves, puesto que aún siendo pequeñas áreas dentro del matorral xerófilo inmenso, son preferidos. En el capítulo 11 demostramos con las pruebas de asociación que existe una alta significancia en la abundancia y riqueza de especies observada contra la que se esperaría dada el área que representan los oasis en el conjunto del ambiente.

### **Sitios de escala**

Nuestra conclusión con relación a los sitios de escala, es que los oasis del norte funcionan como tales en ambos sentidos de la migración, mientras que los del sur son los sitios finales de la migración. Los oasis son importantes para las aves migratorias y deben ser protegidos. Un ejemplo que indica el escaso conocimiento que se tenía de la importancia del corredor de los oasis en la Península es que las mayores poblaciones migratorias de Norte América de *Zonotrichia leucophrys* reportadas se encuentran en los oasis de Baja California Sur (ver Hutto 1992, Villaseñor y Hutto 1995).

Los oasis de Baja California Sur funcionan como sitios de escala para las aves, pero no en el sentido en que sucede en el desierto del Sahara o en las migraciones trans-golfianas de las aves del sureste mexicano, donde existen barreras ecológicas muy fuertes (el desierto mismo en uno y el agua en el otro; Moore *et al.* 1990, Biebach 1995). Los oasis en Baja California Sur están rodeados de un matorral xerófilo diverso que ofrece alimento y sitios de descanso a las aves invernantes también. Se han detectado diversas especies forrajeando en el matorral xerófilo o en los arroyos antes de llegar a los oasis o después de abandonarlos al regreso (*i.e.* *Zonotrichia leucophrys*, *Melospiza lincolni*, *Chondestes grammacus*, *Spizella breweri*; R. Rodríguez-Estrella datos no publ.). Esto indica que las aves pueden realizar pequeñas escalas intermedias reduciendo las presiones fisiológicas derivadas del gasto energético excesivo por la

migración. De esta manera podrían utilizar el matorral xerófilo en puntos intermedios dependiendo de las decisiones individuales o de los grupos migratorios y de su estado fisiológico; asimismo usarían los arroyos que corren con dirección N-S, como corredores conectando puntos u oasis hacia el sur. De hecho, se ha encontrado en otras regiones que los arroyos pueden funcionar como corredores para las aves residentes en los movimientos de dispersión (Machtans *et al.* 1996).

### *Geothlypis beldingi*

El tapaojitos había sido registrado previamente en todos los oasis donde lo encontramos, excepto en San Pedro de la Presa (Brewster 1902, Grinnell 1928, Wilbur 1987). Este es un nuevo registro para la especie entre las latitudes 24° y 26° (entre Comondú y La Paz; Fig. 6).

Por el contrario, no detectamos tapaojitos endémicos en Santiago, que es un sitio reproductivo histórico (Brewster 1902), ni en Boca de la Sierra, San Bartolo, El Pilar y San Juan Bautista, oasis que no habían sido reportados antes como áreas reproductivas (Brewster 1902, Wilbur 1987). Boca de la Sierra no tiene carrizo ni vegetación de *Typha*. Lo que es poco entendible fue no encontrar al tapaojitos ni en El Pilar ni en San Bartolo, sitios que parecen tener hábitat adecuado (*i.e.* el carrizo y el agua están disponibles), además de estar localizados cerca de otros sitios con poblaciones de tapaojitos. El oasis de San Juan Bautista sufrió de cambios recientes por actividad humana, y perdió la casi totalidad del agua y la vegetación de borde. No sabemos si el tapaojitos estuvo presente anteriormente en este oasis pero ya no existe ahora.

A pesar de que las poblaciones del tapaojitos parecen ser relativamente altas en la mayoría de los oasis donde se presentan, son vulnerables porque su distribución en Baja California Sur es en parches, las poblaciones son generalmente pequeñas y aisladas, la especie tiene requerimientos de hábitat específicos, y las actividades humanas actualmente ejercen una fuerte presión sobre el hábitat de esta especie endémica. Como comentamos anteriormente, las poblaciones del tapaojitos parecen sufrir diferentes presiones por actividad humana, siendo menores en las del norte. La única población relativamente abundante en el sur es la que se localiza en San José del Cabo. Se encuentra bien documentado que poblaciones pequeñas, aisladas y disyuntas son muy vulnerables y tienen altos riesgos de extinción debido a factores demográficos y estocásticos (Wilcove *et al.* 1986, Mohelman *et al.* 1996, Song 1996). Por ejemplo, el efecto que puedan tener los huracanes, que algunos años golpean la región de San José del Cabo entre agosto y octubre, no se encuentra estudiado. Sin embargo, hemos podido constatar que el huracán que tocó la región en 1996 eliminó porciones importantes de carrizo y seguramente una parte de la población de *G. beldingi*, lo que puede tener serios efectos en la sobrevivencia de esta población.

Un ejemplo drástico de la sensibilidad del tapaojitos a las actividades humanas es la erradicación de la población de aves del oasis de Santiago. Esta población fue aparentemente común hacia 1900. Brewster (1902) describió al tapaojitos como "muy abundante en la laguna, a menudo donde el agua tenía 3-4 pies de profundidad". Actualmente, aunque quedan pequeños parches de carrizo, la laguna fue drenada y desecada. El área se utiliza para la ganadería y otra porción para agricultura. Nosotros no encontramos a la especie allí. Similarmente, las poblaciones de Miraflores y El Triunfo (Fig. 6) reportadas por Brewster (1902) aparentemente también han desaparecido pues no encontramos ningún indicio de su presencia. En El Triunfo no queda ni agua ni carrizo. Miraflores tenía pequeñas pozas de agua y pequeños parches de carrizo, la mayor parte de ellos siendo consumidos por vacas.

En general, las principales amenazas que detectamos para los oasis en Baja California Sur fueron la desecación de los cuerpos de agua con propósitos agrícolas y turísticos, la tala de carrizo para construcción rural y turística, así como para el "mejoramiento del paisaje", la quema de carrizo y el sobrepastoreo de carrizo por caballos y burros. La desecación puede ser la amenaza más importante ya que si el agua desaparece el hábitat entero cambiará drásticamente (*i.e.* Santiago).

### Conclusión Final

¿Qué es lo que hace que los oasis sean parches atractivos para las aves?. Un medio méxico con alimento predecible parece ser la respuesta. La vegetación del oasis, el carrizal-palmar, y las condiciones particulares de humedad y temperatura dentro de ellos, contrasta con los recursos que se presentan fuera del mismo. Las palmas (*Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera*) son las plantas más utilizadas por las aves invernantes y residentes en todos los oasis, así como el carrizal por algunas muy específicas en el uso del hábitat. El mezquite también es de las plantas más utilizadas (capítulo 12). Estas especies son las que contienen una mayor cantidad de invertebrados (capítulo 7), así como el fruto de la palma datilera es especialmente apetecible para las aves (por sus azúcares). Además, la vegetación del borde, en especial el carrizo, ofrece a las aves migratorias refugio y sitios de protección contra los depredadores durante la noche. Aparentemente, los oasis producen únicamente efectos positivos para las aves residentes e invernantes que los utilizan. Sin embargo, es necesario realizar estudios sobre las tasas de depredación ya que la teoría del efecto de borde predice que las tasas de depredación se incrementarán en los parches en relación a los hábitats más grandes (Gates y Gysel 1978, Murcia 1995).

Varios de los oasis se encuentran seriamente amenazados por las actividades humanas. Especies como *Geothlypis beldingi*, *Melospiza melodia*, *Cistothorus palustris*, *Icteria virens*, *Icterus cucullatus* e *I. parisorum* son especies que serán afectadas por la pérdida y modificación del hábitat tal como se encuentra en la

actualidad. *Zonotrichia leucophrys*, una de las especies migratorias más abundantes, posiblemente perdería recursos al cambiar el hábitat, pero siendo generalista en el consumo de frutos y semillas, no se vería tan afectado.

Creemos que la conservación de la fauna asociada a los oasis en la península de Baja California dependerá de un manejo correcto y sustentable de los recursos de cada oasis, manteniendo libre de la quema y tala a la vegetación del borde del agua (al menos durante la época crucial de la reproducción para las especies), así como controlando la perturbación humana directa. A la vez, se deberá permitir a la gente un uso regulado del recurso agua y de la vegetación asociada al borde. Debería implementarse asimismo, de manera urgente, una ley acordada con los pobladores de las zonas aledañas a los oasis, donde se prohíba la sobreexplotación y la desecación del cuerpo de agua. Estas actividades humanas pueden provocar que las poblaciones de especies asociadas a la vegetación del borde del oasis sean seriamente afectadas (caso *Geothlypis beldingi*, este estudio; reptiles, Grismer y McGuire 1993) o aún conducir a la extinción de las especies (Alvarez 1994), así como la gente perderá opciones en el uso de los recursos. Por ello, se necesita urgentemente un plan de manejo de los oasis de Baja California.

### Agradecimientos

Queremos hacer un reconocimiento muy especial a la labor de Abelino Cota en nuestro trabajo. Siempre mostró interés, prestancia y precisión en la información que se le requirió tomar. Agradecemos también a G. Blanco por su ayuda en el campo.

### Literatura Citada

- Alvarez, S.T. 1994. Current status of the rice-rat, *Oryzomys couesi peninsularis*. Southwestern Naturalist 39:99-100.
- Arizmendi, M.C. y A.M. Espinoza. 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. Acta Zoológica Mexicana 67:25-46.
- Bairlein, F. 1988. How do migratory songbirds cross the Sahara? Trends in Ecology and Evolution 3:191-194.
- Biebach, H. 1995. Stopover of migrants flying across the mediterranean sea and the Sahara. Israel Journal of Zoology 41:387-392.
- Bock, C.E. y J.H. Bock. 1974. Geographical ecology of the Acom Woodpecker: diversity versus abundance of resources. American Naturalist 108:694-698.

- Brewster, W. 1902. Birds of the Cape region of Lower Baja California. *Bulletin Museum of Comparative Zoology* 41:1-241.
- Burkett, D.W. y B.C. Thompson. 1994. Wildlife association with human-altered water sources in semiarid vegetation communities. *Conservation Biology* 8:682-690.
- Collar, N.J., M.J. Crosby y A.J. Stattersfield. 1994. Birds to watch 2. The world list of threatened birds. *Birdlife Conservation Series No. 5*. Birdlife International.
- Contreras-Martínez, S. y E.C. Santana. 1995. The effect of forest fires on migratory birds in the Sierra de Manantlan, Jalisco, Mexico. En: *Conservation of neotropical migratory birds in Mexico*. Wilson, M. H. y S. A. Sader (Eds.). Maine Agricultural and Forest Experiment Station. *Publication 727*:113-122.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. Especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial. Norma Oficial Mexicana. Tomo CDLXXXVIII, No. 10. México, D.F.
- Gates, J.E. y N.R. Giffen. 1991. Neotropical migrant birds and edge effects at a forest-stream ecotone. *Wilson Bulletin* 103:204-217.
- , y L.W. Gysel. 1978. Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology* 59:871-883.
- Greenberg, R. 1995. Insectivorous migratory birds in tropical ecosystems: the breeding currency hypothesis. *Journal of Avian Biology* 26:260-264.
- Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower California. University of California Press, Berkeley, California. Vol. 32 no. 1.
- Grismer, L.L. y J.A. McGuire. 1993. The oases of Central California, Mexico. Part I. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the oases. *Bulletin of Southern California Academy of Sciences* 92:2-24.
- Harris, L.D. 1988. Edge effects and conservation of biotic diversity. *Conservation Biology* 2:330-332.
- Herrera, C. 1978. Ecological correlates of residence and non-residence in a Mediterranean passerine bird community. *Journal of Animal Ecology* 47:871-890.
- , 1981. Organización temporal en las comunidades de aves. *Doñana Acta Vertebrata* 8:79-101.

- , 1988. Variaciones anuales en las poblaciones de pájaros frugívoros y su relación con la abundancia de frutos. *Ardeola* 35:135-142.
- Howell, S.N.G. y S. Webb. 1992. Noteworthy bird observations from Baja California, Mexico. *Western Birds* 23:153-163.
- , y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press.
- Hutto, R.L. 1992. Habitat distributions of migratory species in western Mexico. En: Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds. Hagan III, J. M. y D. W. Johnston (Eds.). Smithsonian Institution Press, Washington:221-239.
- Johnson, R.A. y D.W. Wichern. 1988. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.
- Jones, P.J. 1995. Migration strategies of Palearctic passerines in Africa. *Israel Journal of Zoology* 41:393-406.
- Kallander, H. 1981. The effect of provision of food in winter on a population of the Great tit *Parus major* and the Blue tit *P. caeruleus*. *Omis Scandinavica* 12:244-248.
- Keast, A. y E.S. Morton (Eds.). 1980. Migrant birds in the Neotropics: Ecology, behavior, distribution and conservation. Washington, Smithsonian Institution Press.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers. New York, USA.
- Kruskal, J.B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a non-metric hypothesis. *Psychometrika* 29:1-27.
- Kuenzi, A.J., F.R. Moore y T.R. Simmons. 1991. Stopover of neotropical landbird migrants in the East Ship Island following trans-Gulf migration. *Condor* 93:869-883.
- Loria, D.E. y F.R. Moore. 1990. Energy demands of migration on Red-eyed vireos, *Vireo olivaceus*. *Behavioral Ecology* 1:24-35.
- Machtans, C.S., M.A. Villard y S.J. Hannon. 1996. Use of riparian buffer strips as movement corridors by forest birds. *Conservation Biology* 10:1366-1379.
- Massey, B.W. y E. Palacios. 1994. Avifauna of the wetlands of Baja California, Mexico: current status. *Studies in Avian Biology* 15:45-57.

- Mills, L.S. 1995. Edge effects and isolation: Red-backed voles on forest remnants. *Conservation Biology* 9:395-403.
- Minckley, W.L. y D.E. Brown. 1994. Sonoran oasis forest and woodlands. En: *Biotic Communities. Southwestern United States and Northwestern Mexico*. Brown, D.L. (Ed.). University of Utah Press:274.
- Mohelman, P.D., G. Amato y V. Runyoro. 1996. Genetic and demographic threats to the Black Rhinoceros population in the Ngorongoro crater. *Conservation Biology* 10:1107-1114.
- Moore, F. y W. Yong. 1991. Evidence of food-based competition among passerine migrants during stopover. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 28:85-90.
- , y T.R. Simmons. 1992. Habitat suitability and stopover ecology of neotropical landbird migrants. En: *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds*. Hagan III, J. M. y D. W. Johnston (Eds.). Smithsonian Institution Press, Washington:345-355.
- , P. Kerlinger y T.R. Simmons. 1990. Stopover on a Gulf coast barrier island by spring trans-Gulf migrants. *Wilson Bulletin* 102:487-500.
- Morse, D.H. 1985. Habitat selection in North American parulid warblers. En: *Habitat selection in birds*. Cody, M. L. (Ed.). Academic Press, New York:131-157.
- Morris, S.R., D.W. Holmes y M.E. Richmond. 1996. A ten-year study of the stopover patterns of migratory passerines during fall migration on Appledore Island, Maine. *Condor* 98:395-409.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10:58-62.
- Ornelas, J.F. y M.C. Arizmendi. 1995. Altitudinal migration: implications for the conservation of the neotropical migrant avifauna of Western Mexico. En: *Conservation of neotropical migratory birds in Mexico*. Wilson, M. H. y S. A. Sader (Eds.). Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Publication 727:98-112.
- , F., M.C. Arizmendi, L. Márquez-Valdelamar, M.L. Navarajo y H.A. Berlanga. 1993. Variability profiles for line transect bird censuses in a tropical dry forest in Mexico. *Condor* 95:422-441.
- Palacios, E. y E. Mellink. 1996. Status of the Least Tern in the Gulf of California. *Journal of Field Ornithology* 67:48-58.
- Petit, K.E., D.R. Petit y L.J. Petit. 1988. On measuring vegetation characteristics in bird territories: nest sites vs. perch sites and the effect of plot size. *American Midland Naturalist* 119:209-215.

- Ramos, M.A. y D.W. Warner. 1980. Analysis of North American subspecies of migrant birds wintering in Los Tuxtlas, southern Veracruz, Mexico. En: Migrant birds in the Neotropics: Ecology, behavior, distribution and conservation. Keast, A. y E. S. Morton (Eds.). Washington, Smithsonian Institution Press:173-180.
- Rappole, J.H., E.S. Morton y M.A. Ramos. 1992. Density, philopatry, and population estimates for songbird migrants wintering in Veracruz. En: Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds. Hagan III, J. M. y D. W. Johnston (Eds.). Smithsonian Institution Press, Washington:337-344.
- , E.S. Morton, T.E. Lovejoy III y J.L. Ruos. 1993. Aves migratorias neárticas en los Neotrópicos. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Rodríguez-Estrella, R., J. Llinas y J. Cancino. 1991. New Golden Eagle records from Baja California. *J. Raptor Research* 25:68-71.
- , J.A. Donázar y F. Hiraldo. En prensa. Raptors as indicators of environmental change in the scrub habitat, of Baja California Sur, Mexico. *Conservation Biology*.
- , J. Bustamante y M.C. Blázquez. 1997. European starlings nesting in southern Baja California, México. *Wilson Bulletin* 109:532-535.
- Shepard, R.N. 1980. Multidimensional scaling, tree-fitting, and clustering. *Science* 210:390-398.
- Song, Y-L. 1996. Population viability analysis for two isolated populations of Haianan Eld's deer. *Conservation Biology* 10:1467-1472.
- Turner, R.M. y D.E. Brown. 1994. Tropical-subtropical desertlands. Sonoran desertscrub. En: Biotic Communities. Southwestern United States and Northwestern Mexico. Brown, D. L. (Ed.). University of Utah Press, Salt Lake:180-221.
- Unitt, P. y R. Rodríguez-Estrella. 1996. Winter distribution of Hermit Thrush subspecies in the Sierra de la Laguna, Baja California Sur. *Western Birds* 27:65-69.
- Van Tyne, J. y A.J. Berger. 1976. *Fundamentals of Ornithology*. John Wiley and Sons. New York:330-380.
- Villaseñor, J.F. y R.L. Hutto. 1995. The importance of agricultural areas for the conservation of neotropical migratory landbirds in Western Mexico. En: Conservation of neotropical migratory birds in Mexico. Wilson, M. H. y S. A. Sader (Eds.). Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Publication 727:59-80.
- Whittaker, R.H. 1975. *Communities and ecosystems*. MacMillan, New York.



- Wiens, J. 1976. Population responses to patchy environments. *Annual Review of Ecology and Systematics* 7:81-120.
- Wilbur, S.R. 1987. *Birds of Baja California*. University of California Press, Berkeley, California.
- Wilcove, D.S., C.H. McLellan y A.P. Dobson. 1986. Habitat fragmentation in temperate zone. En: *Conservation biology. The science of scarcity and diversity*. Soulé, M. E. (Ed.). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts:237-256.
- Winker, K., D.W. Warner y A.R. Weisbrod. 1992. The Northern Waterthrush and Swainson's Thrush as transients at a temperate inland stopover site. En: *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds*. Hagan III, J. M. y D. W. Johnston (Eds.). Smithsonian Institution Press, Washington:384-402.
- Yom-Tov, Y. y R. Ben-Shahar. 1995. Seasonal body mass and habitat selection of some migratory passerines occurring in Israel. *Israel Journal of Zoology* 41:443-454.

**Apéndice 1.** Especies de aves registradas durante todas las temporadas en los oasis de Baja California Sur, 1994-1996. SI, San Ignacio; Pu, Purísima; SJL, San Juan Londó; SPP, San Pedro de la Presa; PL, Las Pocitas-El Pilar; SB, San Bartolo; BS, Boca de la Sierra; SA, Santiago; PSP, Punta San Pedro; SJ, San José. i=invierno y v=verano. Se dan las especies en orden alfabético para facilitar su localización.

Especie de ave	SIi	SIv	PUi	SJLi	SPPi	PLi	PLv	SBi	BSi	SAi	PSPi	PSPv	SJi	SJv
<i>Accipiter cooperii*</i>			P				M			C			A	
<i>Accipiter stratus*</i>	PM		P	C		P				A	P			
<i>Actitis macularia*</i>			P						A					P
<i>Aeronautes saxatalis</i>		P				A	A							
<i>Aimophila ruficeps</i>	P	P												
<i>Amphispiza bilineata</i>	AM	M	M	AM	M	M	PAM							
<i>Anthus spinoletta*</i>				C										
<i>Aphelocoma coerulescens</i>	PA	M	PA	AM	PM	AM	PAM	PM	AM	PAMC	PM	M	PA	
<i>Archilochus alexandri</i>	M	PAM								A	P	P		
<i>Ardea herodias</i>	P									AM	PM	PM	A	P
<i>Auriparus flaviceps</i>	PAM	PAM	PAM	AM	PM	PAM	PAMC	M	M	AM	PM	PM		
<i>Bombycilla cedrorum*</i>	P													
<i>Bubo virginianus</i>							M							
<i>Buteo albonotatus*</i>	P													
<i>Buteo jamaicensis</i>	PM	M	M	CM	PM	AM	PAM	M	AM	A			A	
<i>Butorides striatus</i>									A					
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	PAM	PAM	PAM	AM	PM	PM	PAMC	PM	AM	PAMC	PM	PM	PA	P
<i>Calypte costae</i>	A		PAM	CAM	PM	AM	AMC	PM	AM	AMC	PM	M	A	
<i>Callipepla californica</i>	PA	PA	PAM	CAM	PM	P	PAM	P		PAC	M	M	A	
<i>Caracara plancus</i>								M	M	A	M	M		
<i>Cardinalis cardinalis</i>	A		PA	A	PM	PA	PAMC	M	M	PAMC	PM	PM	A	P
<i>Cardinalis sinuatus</i>			P	C	M	P					P	P		
<i>Carduelis psaltria</i>														
<i>Carpodacus mexicanus</i>	PAM	PAM	PAM	CM	PM	PAM	PAM	PM	AM	PAMC	PM		PA	P
<i>Casmerodius albus</i>	P													P
<i>Cathartes aura</i>	PAM	PM	PAM	CAM	PM	AM	AM	PM	AM	PAMC	PM	PM	PA	
<i>Catharus guttatus*</i>				A		PA								
<i>Catherpes mexicanus</i>			M		PM		AM							
<i>Ceryle alcyon*</i>			P						A					
<i>Circus cyaneus*</i>				C					AM	AMC				
<i>Cistothorus palustris*</i>	P	P												
<i>Colaptes auratus</i>	PA	AM	PM	CAM	PM	PM	PAM	PM	AM	AM	PM	M	P	P
<i>Columbina passerina</i>	PA	PA	PA	CM	P		PAM	PM	A	PAC	PM	P	PA	P
<i>Columbina talpacoti</i>							P			AMC	PM	P		P
<i>Corvus corax</i>	A	PAM	M	CAM			A	PM						
<i>Charadrius vociferus</i>					P	P								P
<i>Chondestes grammacus*</i>			PM	C		P		PM	M		M			
<i>Chordeiles acutipennis</i>					M								AC	
<i>Dendroica coronata*</i>	PA		P			P			M	A	PM		PAC	
<i>Dendroica petechia*</i>						P		PM	AM	PMC			P	
<i>Egretta thula*</i>	P													
<i>Egretta tricolor</i>		P												
<i>Empidonax difficilis</i>	PA					P			AM		PM		PA	
<i>Empidonax wrightii*</i>			A					M	M					
<i>Eremophila alpestris</i>				C										
<i>Falco columbarius*</i>	P					P								
<i>Falco sparverius</i>	M	PAM	PAM	CAM	M		MC	PM	AM	PAMC	PM		P	
<i>Fregata magnificens</i>							PM							
<i>Fulica americana</i>			P		P						P			P
<i>Gallinula chloropus</i>	P				P				A		P	P		P
<i>Geococcyx californianus</i>					P						M			
<i>Geothlypis beldingi</i>	P	P									P	P	PAC	P
<i>Geothlypis trichas*</i>	P	M	P			P		P	A	PC	P		P	
<i>Guiraca caerulea*</i>			P					P		PC				

## Apéndice 1. (continuación)

	Sli	Siv	PUi	SJLi	SPPi	PLi	PLv	SBi	BSi	SAi	PSPi	PSPv	SJi	SJv
<i>Hirundo rustica</i> *	A		P											
<i>Hylocharis xantusii</i>	A	PAM	PAM	M	PM	PAM	PA	PM	AM	PAMC	PM	P	A	P
<i>Icteria virens</i>		P				P	P							
<i>Icterus cucullatus</i>	PA	PAM	PA		PM	PM	PAM	PM	AM	PAMC	PM	PM	PAC	P
<i>Icterus parisorum</i>	PA	A	P		P	PA	PAM	PM	AM	PAMC	PM	P	PC	P
<i>Lanius ludovicianus</i>		M	M	CM	PM	M	M			A	M			
<i>Melanerpes uropygialis</i>	PAM	PAM	PAM	AM	PM	PAM	PAMC	PM	AM	PAMC	PM	PM	PAC	P
<i>Melospiza lincolnii</i> *		P	P	C									AC	
<i>Melospiza melodia</i>	P	P	P	C		P	PAC			C	M		A	
<i>Mimus polyglottos</i>	PA	P	P	CA		PAM			M	A	PM		AC	
<i>Mniotilta varia</i> *			M			P							C	
<i>Molothrus ater</i>		A	P		P	P				C				
<i>Myiarchus cinerascens</i>	AM	PAM	AM	AM	PM	PAM	PAMC	M	AM	AM	PM	M		
<i>Nycticorax nycticorax</i> *			P											
<i>Oporornis tolmiei</i> *											P		A	
<i>Oxyura jamaicensis</i>									A					
<i>Pandion haliaetus</i>	PA	M	P										P	P
<i>Parabuteo unicinctus</i>				A										
<i>Passer domesticus</i>				C										
<i>Passerina amoena</i> *			P										A	
<i>Pelecanus occidentalis</i>			P											
<i>Phainopepla nitens</i>	A	PAM	PAM	AM	PM	PAM	PAMC			M	M			
<i>Phalacrocorax auritus</i>			P											
<i>Pheucticus melanocephalus</i> *	P		P			P			M	PAMC			A	
<i>Picoides scalaris</i>	PAM	M	PAM	AM	PM	M	PAM		M	AM	PM	M		
<i>Pipilo chlorurus</i> *	P		P	CA		PM		P	A	PAC			A	
<i>Pipilo fuscus</i>	P			A	PM	PM	M	PM	M	AM	M	M		
<i>Piranga ludoviciana</i> *			P			P		P						
<i>Piranga rubra</i> *								M						
<i>Poecetes gramineus</i> *				C										
<i>Poliophtila caerulea</i>	PAM	PAM	PAM	AM	PM	PAM	PAM	PM	AM	PAMC	PM	PM	A	
<i>Poliophtila californica</i>	PA	PAM	AM	CAM	PM	PAM	AM	PM	M	AM	PM	PM	A	
<i>Progne subis</i>		P			PM							P		
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	P	PA	PA	C										P
<i>Regulus calendula</i> *	PA													
<i>Salpinctes obsoletus</i>	A		M	M										
<i>Sayornis nigricans</i>	P	P	P		PM	PA	PAC	P	A		P		A	
<i>Sayornis saya</i> *				C				P						
<i>Seiurus noveboracensis</i> *	P													
<i>Spizella breweri</i> *	PAM		P	CM				P			M		A	
<i>Spizella passerina</i> *				C		P								
<i>Tachybaptus dominicus</i>					P									
<i>Tachycineta bicolor</i> *	A			C							PM			
<i>Tachycineta thalassina</i>	PA	PAM	PAM		PM	PAM	PAMC	M		P	M	P	C	
<i>Thryomanes bewicki</i>	P													
<i>Toxostoma cinereum</i>	A	M	PAM	A	PM	PM	PAM	M		AM	PM	M		
<i>Tringa solitaria</i> *	P													P
<i>Troglodytes aedon</i> *	P		PA	C		P		P	A	PC	P		PAC	
<i>Tyrannus vociferans</i> *			PAM						M	PAMC	M			
<i>Vermivora celata</i> *	PA		PM			PAM		PM	AM	PAMC	P		PA	
<i>Vireo belli</i> *	P		PAM	A		A		PM	A	PAM	M			
<i>Vireo vicinior</i> *			PM	AM		AM			M	AMC	M			
<i>Wilsonia pusilla</i> *	P		PA			PA		P		PC	P		PAC	
<i>Zenaida asiatica</i>	PAM	PAM	PAM	A	PM	PM	PAMC	PM	AM	PAMC	PM	PM	PAC	P
<i>Zenaida macroura</i>	A	PAM	M	CA			AM	P		C				P
<i>Zonotrichia leucophrys</i> *	PA		P	C		P		P		PC	P		C	

P= Palmar-matorral, M= matorral, A= arroyo, C= cultivo

\*= Especies invernantes



















## CAPITULO 11

# VARIACIONES ESTACIONALES DE LA AVIFAUNA Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACION

*ESTEBAN PINEDA, RICARDO RODRIGUEZ-ESTRELLA, LAURA ARRIAGA  
Y LAURA RUBIO*

### **Resumen**

Se determinó la riqueza específica de aves y las especies compartidas estacionalmente entre el matorral sarcocaulé y las asociaciones vegetales aledañas al cuerpo de agua en cinco oasis de Baja California Sur. Se agruparon las variables estructurales de cada asociación vegetal, con un análisis de componentes principales. Los componentes sugieren que la cobertura y la abundancia fueron las variables más correlacionadas para cada tipo de vegetación. La cobertura vegetal de cada asociación se relacionó con la ocurrencia de algunas aves residentes e invernantes para detectar si existía una asociación de las aves con cada tipo de vegetación. Para ello, se utilizó el índice de preferencia de Jacobs. La vegetación del palmar-carrizal presentó la mayor riqueza de aves en comparación con la vegetación de arroyo y del matorral, tanto estacionalmente como entre oasis. La abundancia de aves fue significativamente mayor en el palmar-carrizal comparativamente con la vegetación de matorral sarcocaulé en la península de Baja California. Se determinó el índice de preferencia por la cobertura vegetal de algunas aves residentes e invernantes en cada asociación vegetal, encontrándose diferencias importantes entre algunas de ellas. Finalmente se discute la posible selección de hábitat que hacen las especies de aves de la vegetación de los oasis.

### **Abstract**

We estimated the seasonal bird species richness showed between the water-edge vegetal associations and the sarcocauléscent scrub vegetation in five oases of Baja California Sur: San Ignacio, La Purísima, El Pilar, Punta San Pedro and San José del Cabo. The most correlated structural variables for each vegetative association (reed-grass, palms, mesquite forest, and scrub vegetation) were cover and plant species abundance, as determined by a Principal Component Analysis. We used the Jacob's preference index relating the vegetative cover and the abundance of some bird species to determine if there were any preference for a vegetative association by each bird species. The largest number of bird species was recorded in the palms-reed-grass association of all oases in both summer and winter. The bird abundance was significantly greater in the palm-reed-grass association than in the dominant sarcocauléscent scrub vegetation. Several wintering and resident bird species showed meaningful preferences for vegetative associations as

determined using the vegetative cover variable. We discuss on the habitat selection of birds at the vegetative association level.

## Introducción

Los oasis son pequeños cuerpos de agua dulce dentro de extensas zonas áridas, lo que permite que funcionen como refugios o como fuentes importantes de alimento adicional, tanto para la fauna autóctona como para la alóctona (Grismer y Mc Guire 1993). Este es el caso de las aves presentes en los oasis, ya sean como residentes, especies que permanecen en el mismo sitio geográfico durante todo el año, o migratorias, aquellas especies que pasan la época no reproductiva en nuestro país, México, y se reproducen principalmente en el norte de E.U.A. y Canadá (McMahon 1990, Rappole *et al.* 1993, Winker 1995).

Las zonas tropicales del sureste de México se consideran como sitios de invernación, mientras que las pequeñas áreas distribuidas dentro de las zonas templadas y áridas del norte, se consideran sitios de descanso y reabastecimiento de energía (Rappole *et al.* 1993). Sin embargo, no existen estudios en las zonas áridas de México que determinen los sitios y asociaciones vegetales que utilizan las aves invernantes durante su migración.

La estructura y la composición vegetal del hábitat son importantes para entender los patrones de riqueza, abundancia y distribución de las aves. Se ha discutido frecuentemente que la relación entre diversidad de alturas de follaje no es suficiente para explicar la asociación entre la comunidad de aves y la estructura de la comunidad vegetal (Meents *et al.* 1982, Villard *et al.* 1995).

Diversos trabajos con distintos enfoques (Rotenberry y Wiens 1980, Meents *et al.* 1982, Nosedal 1984) sugieren que es difícil hacer generalizaciones sobre la relación entre los parámetros estructurales de la vegetación y la estructura de las comunidades de aves. Estos parámetros estructurales de la vegetación, difieren dependiendo del tipo de hábitat, del estado sucesional o de perturbación que presenten (Nosedal 1984, Hutto 1992), de la estacionalidad (Villard *et al.* 1995, Anderson *et al.* 1983) y de los hábitats aledaños que comparten con una comunidad de aves aparentemente similar (Wunderle y Waide 1993). Por otro lado, Mills *et al.* (1991) y Turchi *et al.* (1995), sugieren que la densidad y riqueza de aves están correlacionadas fuertemente con el volumen de la vegetación, reflejando así la abundancia de recursos.

Las especies de aves migratorias que visitan las zonas tropicales, subtropicales y desérticas de México modifican de manera sustancial la riqueza de especies (Hutto 1992; Nosedal 1994; Ornelas *et al.* 1993), así como la distribución de las aves invernantes en los distintos ambientes por los que pasan durante la ruta de migración (Wunderle y Waide 1993). Esto es particularmente cierto en ambientes que ofrecen recursos agregados, temporalmente abundantes o que se encuentran en fragmentos pequeños y aislados (Rappole *et al.* 1993), como es el caso de los

oasis de zonas desérticas. Por consecuencia, los diferentes patrones entre las especies de aves residentes presentes en estos ambientes, con relación al grado de asociación a la vegetación, podría variar con la presencia de las aves migratorias.

Existen varios estudios sobre los oasis en zonas áridas del mundo y su importancia como rutas de paso de estas aves. En la literatura, se reportan trabajos en oasis de regiones desérticas como Israel y el desierto del Sahara (Casselton 1984; Bairlein 1985, 1988; Biebach *et al.* 1986; Safriel *et al.* 1988, 1991; Lavee *et al.* 1991; Yom-Tov 1993), pero estudios referentes a cambios estacionales en los patrones de distribución con relación a la vegetación por parte de aves residentes y migratorias sólo se conocen para las áreas reproductivas en zonas templadas de Norte América y Europa (Heredia *et al.* 1991; James y Wamer 1982; Rotenberry y Wiens 1980), y muy pocos para las áreas de invernación en zonas tropicales (Wunderle y Waide 1993). Para el noroeste de México sólo existen trabajos aislados, sobre la distribución de especies migratorias en distintos hábitats (Hutto 1992). En Baja California Sur, no existe ninguna información sobre las comunidades de aves terrestres residentes y migratorias asociadas a los oasis.

En este trabajo, se analiza la relación entre la riqueza de aves y la estructura de la vegetación de un medio árido. Asimismo, se compara esta relación con la obtenida en un ambiente méxico como lo es el de los oasis en Baja California Sur. Para este caso se definió la forma en que los oasis determinan la estructura de la comunidad de aves residentes en el desierto, y la influencia que sobre esto tienen las especies de aves invernantes. Estos análisis consideran las variaciones estacionales en verano y otoño-invierno.

### Area de Estudio

Se trabajó en cinco oasis distribuídos latitudinalmente en el Estado, tres de los cuales (San Ignacio, El Pilar y Punta San Pedro) se describen en el capítulo dos. Los oasis restantes, La Purísima y San José del Cabo, presentan las siguientes características:

OASIS	LA PURISIMA	SAN JOSE DEL CABO
LATITUD	112°04'47"W	109°41'32"W
LONGITUD	26°11'56"N	23°03'04"N
SUPERFICIE	2.254 Km <sup>2</sup>	1.372 Km <sup>2</sup>
CLIMA	BW(h')hw(x')(e)	BW(h')w(e)
TEMPERATURA		
MEDIA	22.8°C	23.6°C

OASIS	LA PURISIMA	SAN JOSE DEL CABO
PRECIPITACION		
MEDIA	110.9 mm	335.3 mm
VEGETACION	<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Washingtonia robusta</i>
DOMINANTE	<i>W. robusta</i>	<i>P. dactylifera</i>
	<i>Prosopis articulata</i>	<i>Phragmites communis</i>
	<i>P. communis</i>	<i>Typha domingensis</i>
	<i>T. domingensis</i>	<i>Anemopsis californica</i>
		<i>Nicotiana glauca</i>
		<i>Salix sp.</i>

### Metodología

Para realizar nuestras observaciones se utilizaron varias técnicas de censado de aves y un método de muestreo de la vegetación en tres asociaciones vegetales en torno a cada oasis:

1. Carrizal-Palmar contiguo al cuerpo de agua, compuesto de palma datilera (*P. dactylifera*), palma de hoja (*W. robusta*) y carrizo (*P. communis*) principalmente.
2. Vegetación de arroyo, en la que generalmente predomina el mezquite (*Prosopis sp.*) y vinorama (*Acacia brandegeana*).
3. Matorral xerófilo o sarcocaulé (aledaño al oasis) en donde existe una mayor riqueza de especies (ver capítulo 6).

### Censos de aves

Para registrar el mayor número de especies posibles de cada sitio y estimar la riqueza de aves en cada asociación vegetal en torno a los oasis, utilizamos varias técnicas: transectos de tiempo (Van Riper 1982), transectos de franja (Emlen 1971, Anderson *et al.* 1979, Burnham *et al.* 1980, Mandujano 1994, Ornelas y Arizmendi 1995), transectos de puntos fijos (Reynolds *et al.* 1980, Anderson y Ohmart 1981, Hutto *et al.* 1986) y colocación de redes (Karr 1981).

Esta metodología cubrió dos estaciones: época de verano, cuando la mayoría de las especies residentes se reproducen y época de otoño-invierno, cuando están presentes las especies de aves migratorias que visitan los oasis además de las residentes. En el verano de 1995, se hicieron los censos en todos los oasis, excepto en La Purísima; en el otoño de 1994 se muestreó solamente el oasis de San Ignacio,

y en el otoño de 1995 se muestrearon los oasis de San Ignacio, Punta San Pedro, La Purísima y San José del Cabo. Durante esta última época el follaje del matorral fue muy denso, debido a las lluvias causadas por tormentas tropicales. En el invierno de 1996, se realizaron censos en los cinco oasis y se complementó el muestreo en esta época con la captura de aves por medio de redes ornitológicas. Los muestreos se realizaron por las mañanas (0600-1100 H) y por las tardes (1500-1900 H), horas óptimas para la actividad de las aves.

### **Riqueza de especies**

Se determinaron las especies compartidas de aves residentes e invernantes para cada oasis considerando individualmente cada tipo de vegetación, y a su vez por tipo de vegetación entre oasis. Se realizaron pruebas de  $G$  de asociación (Sokal y Rohlf 1981, Fowler y Cohen 1990), para determinar si existían diferencias entre las especies de aves entre tipos de vegetación, entre oasis y entre temporadas.

### **Datos de vegetación**

Los datos de vegetación que utilizamos, son algunos de los que se presentaron en el capítulo 6 (Composición florística y vegetación), los cuales representan mejor las tres asociaciones vegetales definidas en este trabajo para los oasis de San Ignacio, El Pilar y Punta San Pedro. Para los oasis de La Purísima y San José del Cabo obtuvimos los datos utilizando la misma metodología de medición de la estructura de la vegetación.

Se obtuvo la riqueza, la abundancia, la cobertura y la altura media por especie vegetal y por formas de vida (árboles, arbustos y herbáceas) para cada uno de los puntos de vegetación de cada oasis. A su vez, ordenamos las plantas en categorías de altura considerando cada metro, desde cero hasta ocho metros, y una última categoría donde se agruparon todas las plantas superiores a ocho metros. De esta manera, obtuvimos datos de riqueza de especies vegetales, abundancia, cobertura para cada rango de altura por forma de vida y por especie vegetal, así como la altura media por especie del último rango de altura. Con estos datos de la vegetación, se elaboró una matriz en donde las columnas representaron las variables de la estructura y composición de especies vegetales, mientras que los renglones representaron cada asociación vegetal de cada oasis. Con la matriz resultante (Apéndice 1), realizamos un análisis de componentes principales (Morrison 1981) para relacionar las asociaciones vegetales entre los oasis.

Los métodos multivariados se han utilizado con el fin de considerar un mayor número de variables del hábitat y determinar cuál o cuáles de estas variables predicen mejor la composición y distribución de las aves. La mayoría de los trabajos que utilizan estos análisis se han realizado en comunidades de aves en épocas reproductivas en hábitats templados (Willson 1974, James y Wamer 1982, Rotenberry y Wiens 1980, Willson y Comet 1996 a,b) así como en ambientes semidesérticos (Tomoff 1974).



Con el análisis de componentes principales se redujo el número de variables a los factores que guardan la mayor varianza independiente, además de clasificar las variables que por su estructura guardan alguna relación con cada componente. Los análisis se realizaron con el programa STATISTICA v.5. Convencionalmente, utilizamos la rotación de varianza normalizada, la cual maximiza la varianza de cada variable que contribuye en cada factor (Morrison 1981).

### **Asociación de la abundancia de la avifauna con la vegetación**

Para determinar si existía un efecto de "atracción" o preferencia de las aves, relacionamos su abundancia por tipo de vegetación en un área de diez kilómetros cuadrados. Elegimos *a priori* esta área como representativa de la abundancia o proporción del matorral xerófilo de la península de Baja California, donde los oasis son áreas pequeñas con una baja proporción dentro de grandes extensiones de matorral. Se compararon los valores esperados ajustados a la proporción de cada tipo de vegetación, con los valores observados por cada tipo de vegetación, utilizando pruebas de Ji-cuadrada de asociación. Únicamente comparamos para la época de invierno, tanto de las aves residentes como invernantes.

Se calculó el índice de preferencia por las asociaciones vegetales, utilizando el índice de Jacobs (Jacobs 1974, Brown y Atkinson 1996):

$$D = (r-p)/(r+p-2rp)$$

donde: D, Índice de preferencia por asociación vegetal;

*r*, la proporción de ocurrencia de aves en cada tipo de vegetación

*p*, es la proporción de cobertura de cada tipo de asociación vegetal.

El índice varía desde 1 (uso o preferencia exclusiva), hasta -1 (evasión total); un valor de cero en el índice significa un uso proporcional a la disponibilidad del ambiente.

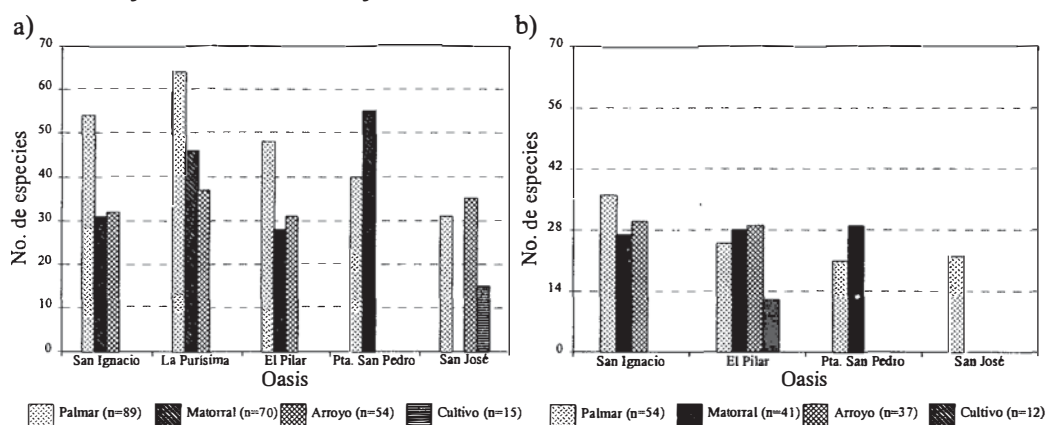
Con este índice se relacionó individualmente la abundancia de cada especie de ave en cada tipo de vegetación para determinar la proporción de ocurrencia por especie de ave con relación a la proporción de cobertura vegetal. Utilizamos el promedio de la cobertura total para todos los oasis por tipo de vegetación porque diversos autores han encontrado que para las aves del desierto y pastizal, éste es uno de los factores más importantes que condicionan la presencia de las especies (Tomoff 1974; Rotenberry y Wiens 1981).

Presentamos algunos ejemplos de nuestros análisis para especies residentes e invernantes. Utilizamos siete especies residentes y cuatro especies invernantes de las cuales obtuvimos suficientes datos durante la época de invierno y solamente dos especies residentes para la época de verano.

**Resultados**

**Riqueza de especies**

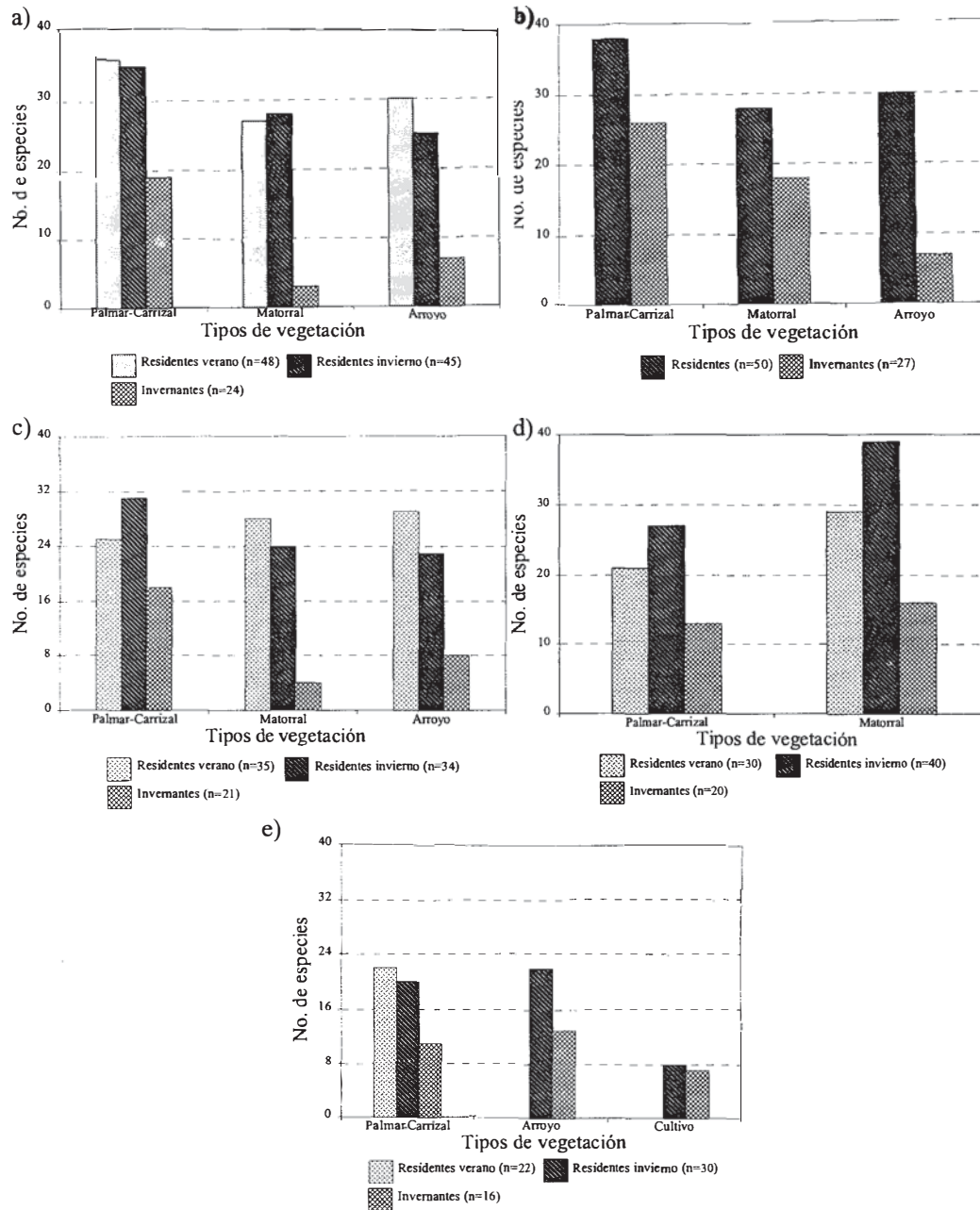
Se determinó la riqueza de especies de aves para cada oasis y para los diferentes tipos de asociación vegetal de cada oasis, para la época de invierno (Fig. 1a) y para la época de verano (Fig. 1b). En estas figuras se aprecian las diferencias de número de especies debido a la ocurrencia de las aves invernantes. En las dos épocas se encontraron más especies en la vegetación de palmar, seguido del matorral y menor en el arroyo.



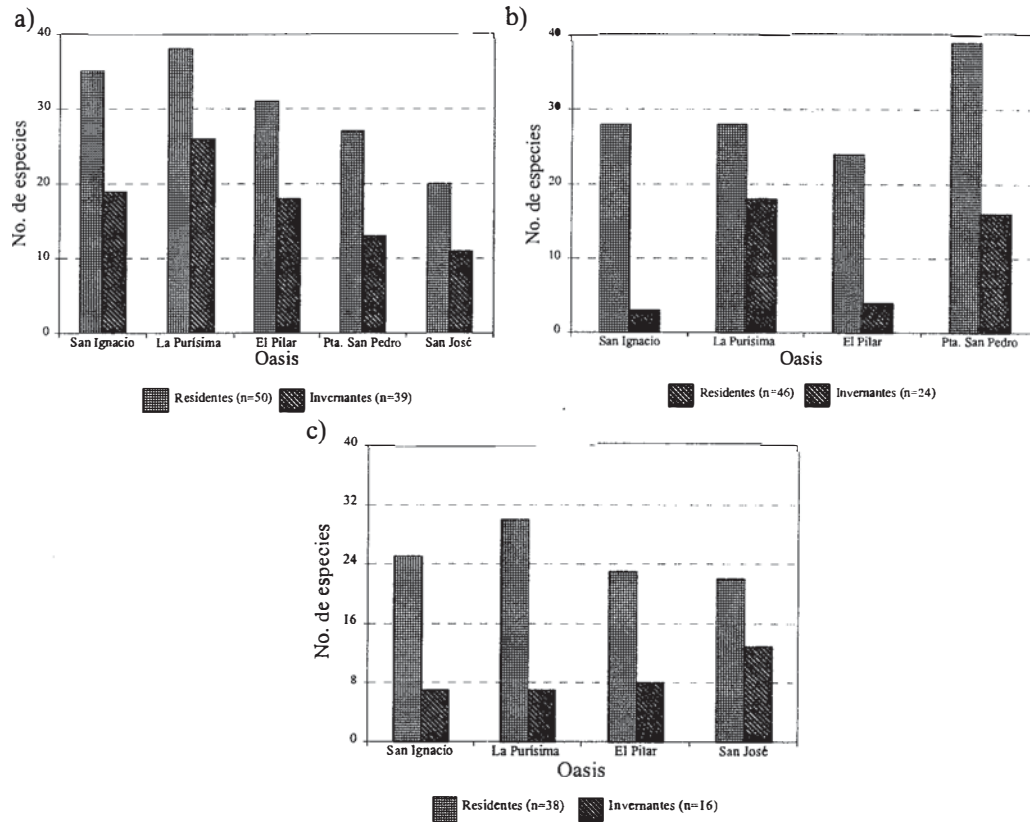
**Figura 1.-** Riqueza específica de aves de cinco oasis en las épocas de a) invierno y de b) verano, n = número de especies.

En los oasis de San Ignacio y La Purísima, la riqueza fue mayor en la vegetación de palmar-carrizal, tanto para residentes como para invernantes (Figs. 2a y 2b). En La Purísima los cultivos estuvieron inmersos dentro del palmar. En El Pilar (Fig. 2c), se encontró una mayor riqueza de residentes en el palmar-carrizal durante el invierno en comparación con el verano y las invernantes también presentaron más riqueza en el palmar-carrizal. Sólo el oasis de Punta San Pedro (Fig. 2d) presentó mayor riqueza en la vegetación de matorral, tanto para residentes de las dos épocas, como para invernantes. En San José de Cabo (Fig. 2e), se encontró más riqueza de residentes e invernantes para el arroyo en la época de invierno; en tanto que para la época de verano no se tienen registros de residentes, más que para palmar-carrizal.

La comparación de los valores de riqueza de especies de aves entre oasis por tipo de vegetación son los siguientes: En la Fig. 3 (a, b y c) se pueden apreciar los oasis que presentaron la mayor riqueza por tipo de asociación vegetal. No se encontraron diferencias en la riqueza específica entre el palmar-carrizal, matorral y el arroyo en el invierno para los tres oasis comparables (San Ignacio, La Purísima y El Pilar) ( $G = 1.218, 4 \text{ gl}, P = 0.87$ ); mientras que para los cuatro oasis (San



**Figura 2.-** Riqueza específica de aves por tipo de vegetación en el oasis de a) San Ignacio, b) La Purísima, c) El Pilar, d) Punta San Pedro y e) San José de Cabo, n = número de especies.

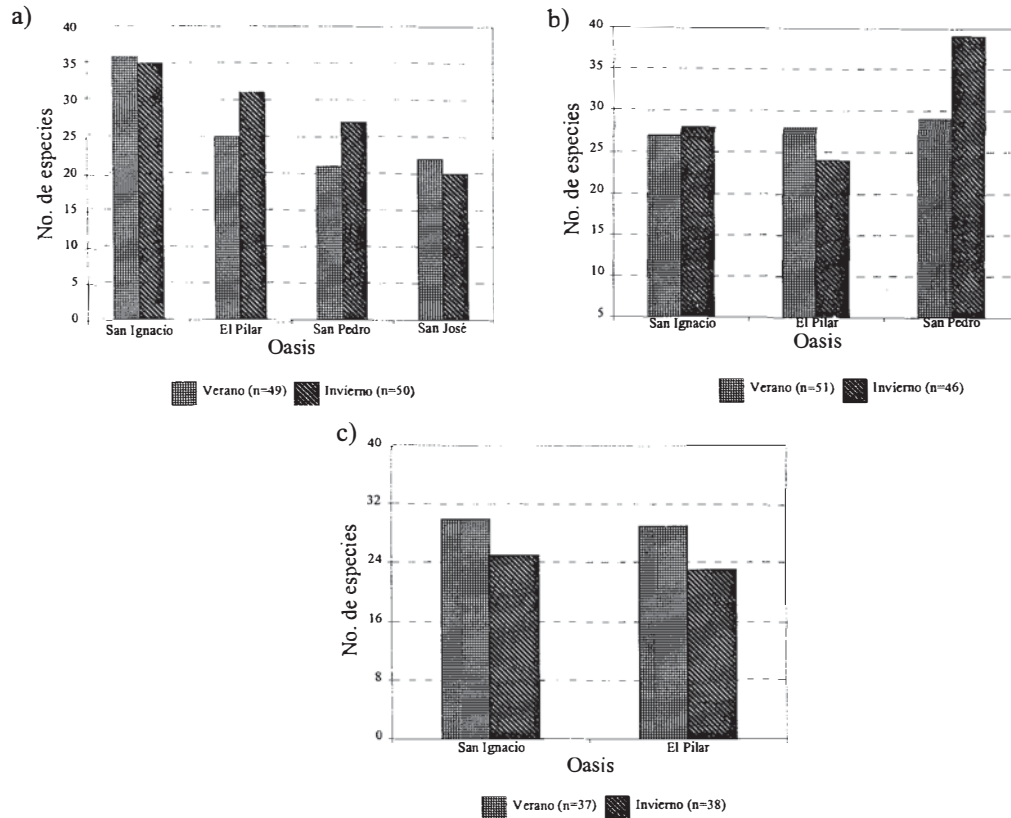


**Figura 3.-** Riqueza específica de aves en la vegetación de a) palmar, b) matorral y c) arroyo en la época de invierno. n = número de especies.

Ignacio, La Purísima, El Pilar y Punta San Pedro), comparando únicamente el palmar-carrizal y el matorral, sí se encontraron diferencias ( $G = 11.4$ , 3 gl,  $P = 0.009$ ). Un análisis de residuales (Everitt 1980), mostró que las diferencias fueron dadas por los oasis de San Ignacio, El Pilar y Punta San Pedro.

Al considerar solamente la riqueza de especies de residentes para el invierno, no se encontró significancia entre la asociación de palmar-carrizal y matorral de los cuatro oasis anteriores ( $G = 4.81$ , 3 gl,  $P = 0.186$ ), mientras que para las migratorias entre las mismas asociaciones vegetales, se presentaron diferencias altamente significativas ( $G = 13.75$ , 3 gl,  $P = 0.0023$ ). El análisis de residuales detectó que la significancia la dieron los oasis de San Ignacio y El Pilar.

Considerando sólo a las especies residentes en los oasis entre épocas, para el palmar (Fig. 4a), el matorral (Fig. 4b) y para el arroyo (Fig. 4c) no se encontraron diferencias significativas ( $G = 1.132$ , 3 gl,  $P = 0.769$ ;  $G = 1.52$ , 2 gl,  $P = 0.467$ ;  $G = 0.0164$ , 1 gl,  $P = 0.898$  respectivamente).

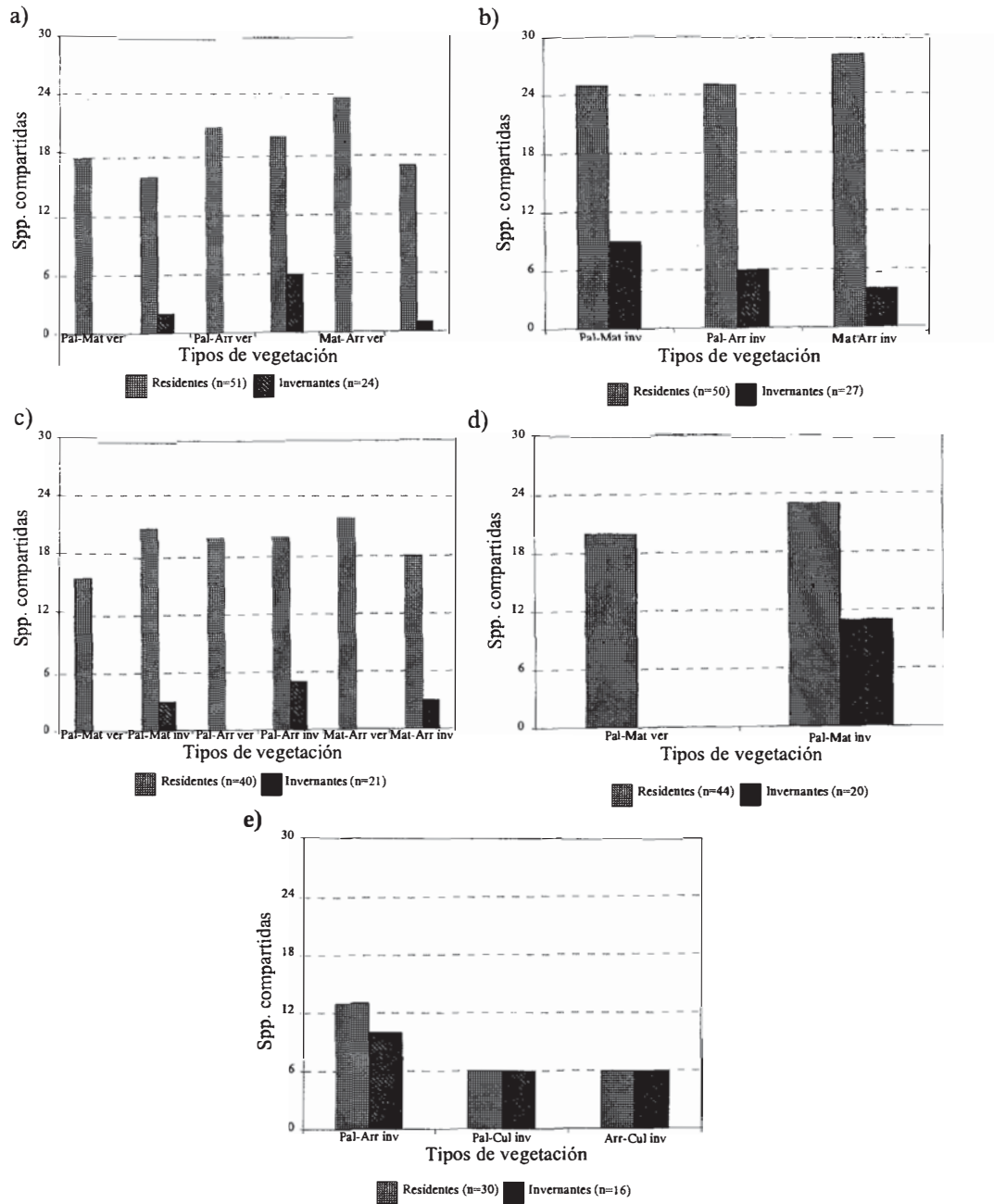


**Figura 4.-** Riqueza específica de aves en la vegetación de a) palmar, b) matorral y c) arroyo entre épocas, n = número de especies.

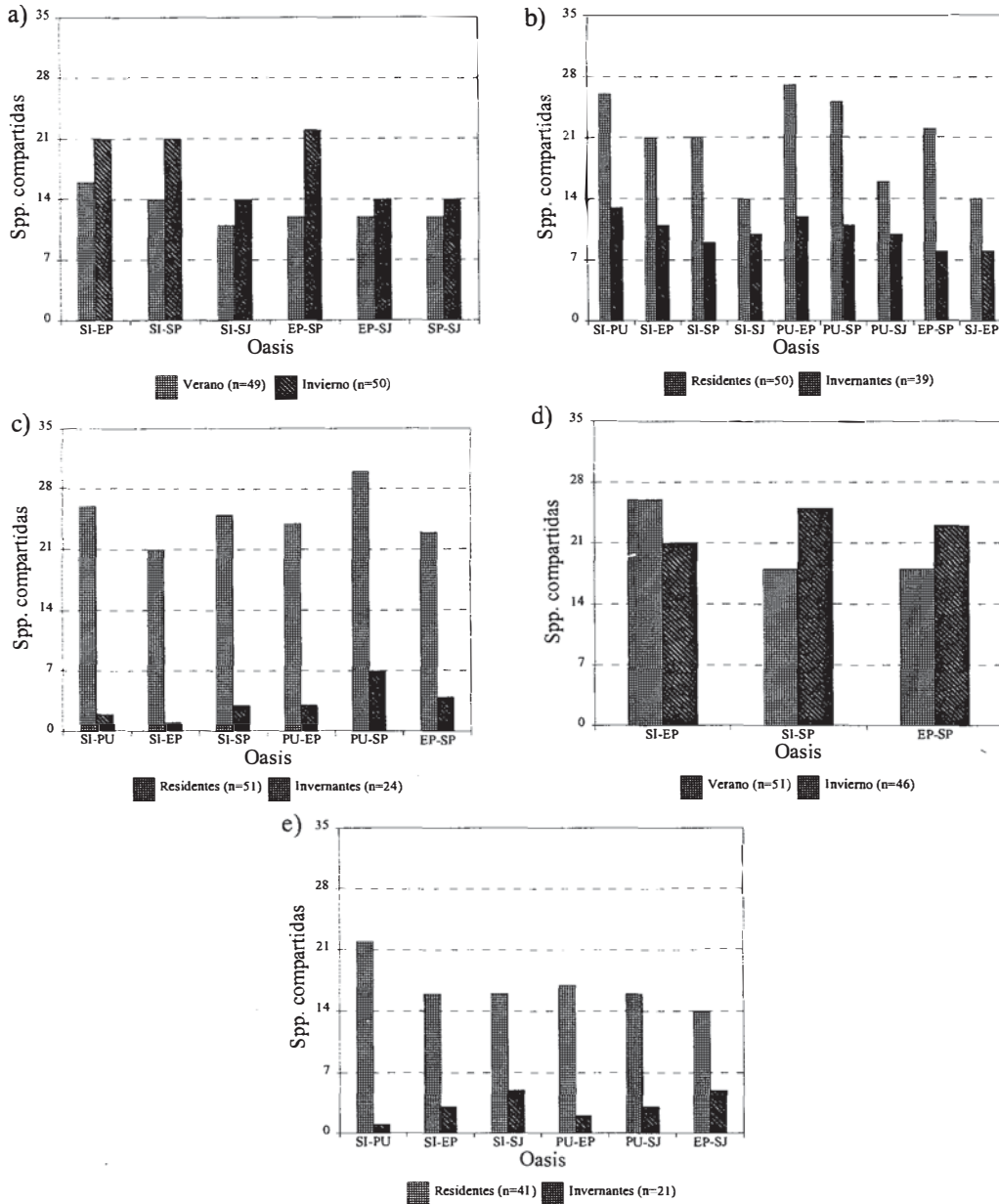
### Especies compartidas

Las especies compartidas entre asociaciones vegetales para San Ignacio fue mayor en verano, alcanzándose el máximo de especies compartidas entre matorral y arroyo (Fig. 5a). La Purísima presentó los valores más altos de especies compartidas en matorral y arroyo en invierno (Fig. 5b), lo mismo que El Pilar (Fig. 5c). En Punta San Pedro, donde sólo se tienen datos de especies compartidas de palmar y matorral, encontramos más especies compartidas en invierno aún tomando en cuenta sólo las residentes (Fig. 5d). Para San José del Cabo se puede ver que las especies compartidas entre palmar y arroyo son mayores que las especies compartidas entre cualquiera de esas asociaciones vegetales con las áreas de cultivos (Fig. 5e).

Para las especies compartidas entre oasis por tipo de vegetación y por estación encontramos que para el palmar-carrizal en invierno La Purísima y Punta San Pedro comparten más residentes (Fig. 6a), aunque no hay diferencias



**Figura 5.-** Especies compartidas entre tipos de vegetación en el oasis de a) San Ignacio, b) La Purísima, c) El Pilar, d) Punta San Pedro y e) San José de Cabo, n = número de especies.



**Figura 6.-** Especies compartidas entre oasis a) en la vegetación de palmar entre residentes e invernales para la época de invierno, b) entre épocas en la vegetación de palmar para especies residentes, c) en la vegetación de matorral para la época de invierno entre residentes e invernales, d) entre épocas en la vegetación de matorral para especies residentes y e) residentes e invernales en la vegetación de arroyo para la época de invierno, n = número de especies.

significativas ( $G = 2.585$ , 5 gl,  $P = 0.764$ ). En el invierno La Purísima y El Pilar comparten más especies residentes, mientras que San Ignacio y La Purísima tienen el mayor número de especies invernantes compartidas (Fig. 6b) y tampoco encontramos diferencias ( $G = 2.585$ , 5 gl,  $P = 0.764$ ).

La Purísima y Punta San Pedro, son los oasis que más especies comparten tanto de residentes como invernantes para el matorral, aunque no representan diferencias significativas (Fig. 6c), ( $G = 4.05$ , 5 gl,  $P = 0.542$ ). En cuanto a las especies residentes del matorral, San Ignacio y El Pilar son los oasis que más comparten en las dos épocas (Fig. 6d) pero sin ser significativas las diferencias ( $G = 1.91$ , 2 gl,  $P = 0.384$ ).

En el arroyo, el mayor número de especies residentes compartidas en el invierno se encontró en La Purísima y San Ignacio (Fig. 6e) pero tampoco existieron diferencias significativas entre los sitios ( $G = 0.675$ , 5 gl,  $P = 0.984$ ).

### **Estructura de la vegetación**

Al considerar las variables de la estructura de la vegetación en un análisis previo de componentes principales se agruparon en cada componente resultante la cobertura, abundancia y altura media por formas de vida, árboles, herbáceas y arbustos junto con suculentas pequeñas.

Considerando a los sitios muestreados como variables en el análisis de componentes principales, se obtuvieron tres factores (Cuadro 1), explicándose con el modelo el 87% de la varianza. El Factor 1 agrupó los carrizales y palmares de los oasis: palmar de San Ignacio; carrizal y palmar de La Purísima; el palmar de El Pilar, carrizal de Punta San Pedro y San José del Cabo, además del arroyo de San José del Cabo. El Factor 2 agrupó los arroyos de San Ignacio, La Purísima, y palmares perturbados de San Ignacio, Punta San Pedro y San José del Cabo. El Factor 3 agrupó los matorrales de San Ignacio, La Purísima, El Pilar y Punta San Pedro. Este análisis sugiere que las asociaciones vegetales de los oasis son similares entre sí.

### **Asociación de la abundancia de la avifauna con la vegetación**

Al considerar el área de vegetación disponible para cada oasis, éstos presentaron diferencias en las preferencias que las aves mostraron entre tipos de vegetación: San Ignacio ( $X^2 = 12.69$ , 1 gl,  $P = 0.001$ ); La Purísima ( $X^2 = 29.3$ , 1 gl,  $P = 0.001$ ); El Pilar ( $X^2 = 438.2$ , 1 gl,  $P < 0.001$ ); Punta San Pedro ( $X^2 = 69.27$ , 1 gl,  $P < 0.001$ ); San José del Cabo ( $X^2 = 17.16$ , 1 gl,  $P < 0.001$ ). Las aves mostraron preferencias altamente significativas por el palmar-carrizal.

De acuerdo con el índice de Jacobs las aves residentes (Figs. 7 y 8), no tuvieron una preferencia por la cobertura vegetal del palmar-carrizal, ya que el índice presentó valores negativos. Sin embargo, utilizando algunos ejemplos se puede ver que la preferencia de especies residentes por el matorral en invierno, fue



**Cuadro 1.-** Factores resultantes del Análisis de Componentes Principales de los sitios muestreados en cinco oasis de B.C.S.

Sitio	Componente 1	Componente 2	Componente 3
SIpa1	0.846519		
SIpa2		0.943072	
SIarr		0.737266	
SImat			0.657888
PUpal	0.857676		
PUcar	0.844212		
PUarr		0.88953	
PUMat			0.696929
EPpa1	0.976107		
EPpa2	0.942095		
EPmat			0.89038
SPpal		0.975061	
SPcar	0.956174		
SPmat			0.890217
SJpa1		0.812354	
SJpa2		0.745181	
SJcar	0.969557		
SJarr	0.706673		
Var. expl.	7.17932	5.09775	3.49818
Componente	Eigenvalores	% var. total	% var. acum.
1	9.305967	51.69981	51.69981
2	4.319585	23.99769	75.69751
3	2.149698	11.94276	87.64027

positiva para *Polioptila californica*, *Campylorhynchus brunneicapillus* y *Auriparus flaviceps*; resultó positiva para *Carpodacus mexicanus* y *Melanerpes uropygialis*; *Zenaida asiatica* presentó una preferencia positiva, mientras que para *Columbina passerina* e *Icterus cucullatus* fue negativa. La preferencia por la cobertura vegetal del arroyo fue positiva para todas las aves menos para *Melanerpes uropygialis* que resultó negativa (Figs. 7 y 8). Para comparar las especies residentes entre épocas, utilizamos los casos de *Icterus cucullatus*, *Polioptila californica* y *Zenaida asiatica* (Fig. 10). *Icterus cucullatus* presentó una preferencia positiva por el palmar-carrizal, y una preferencia negativa por el matorral y arroyo; *Polioptila californica* prefirió negativamente el palmar-carrizal, positiva para el matorral y el arroyo; *Zenaida asiatica* presentó

una preferencia negativa por el palmar-carrizal, positiva por el matorral y por el arroyo. Para las aves invernantes (Fig. 9), utilizamos otros ejemplos, encontrando una preferencia positiva por la cobertura vegetal del palmar de *Troglodytes aedon*, *Dendroica coronata* y *Zonotrichia leucophrys*; para *Wilsonia pusilla* y *Geothlypis trichas* resultó negativa, así como para *Vermivora celata*. La preferencia de las invernantes por la cobertura vegetal del matorral siempre fue negativa. Para el arroyo, prácticamente todas las preferencias por cobertura vegetal de las aves invernantes fueron positivas, excepto para *Zonotrichia leucophrys*, que fue negativa.

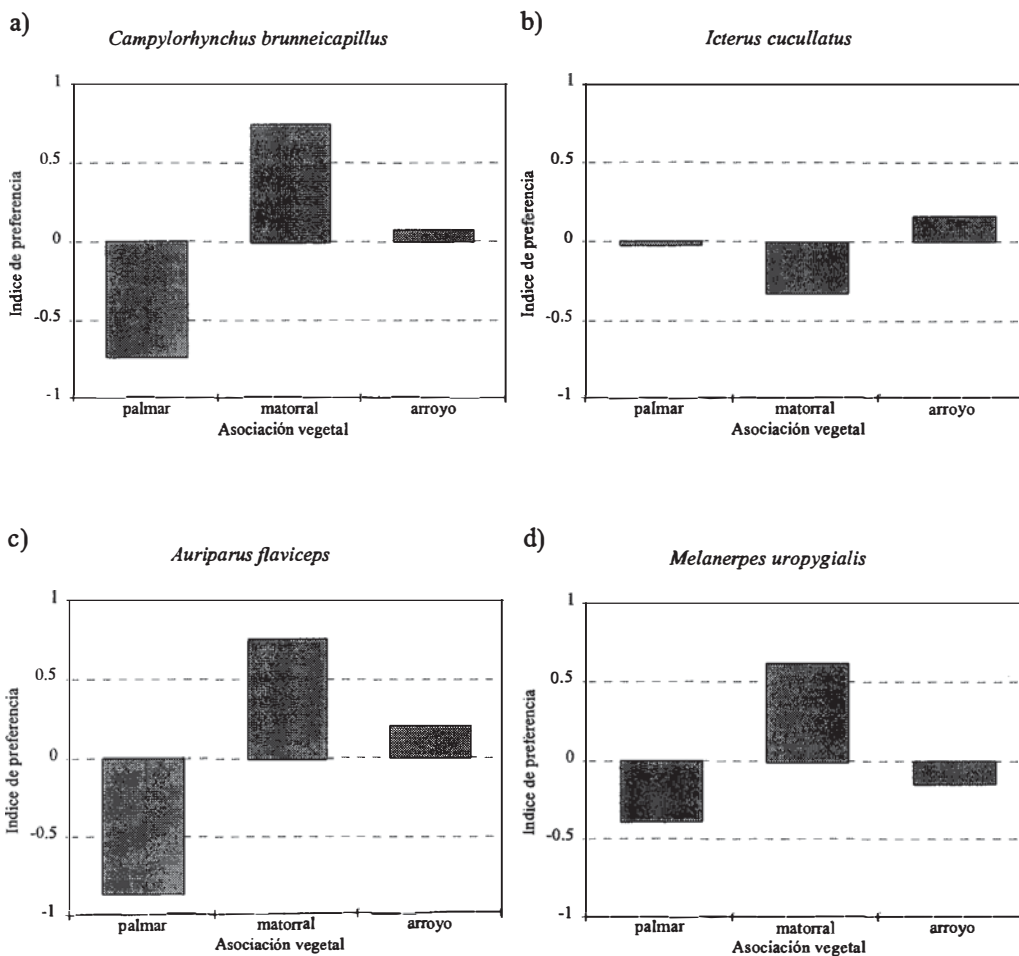
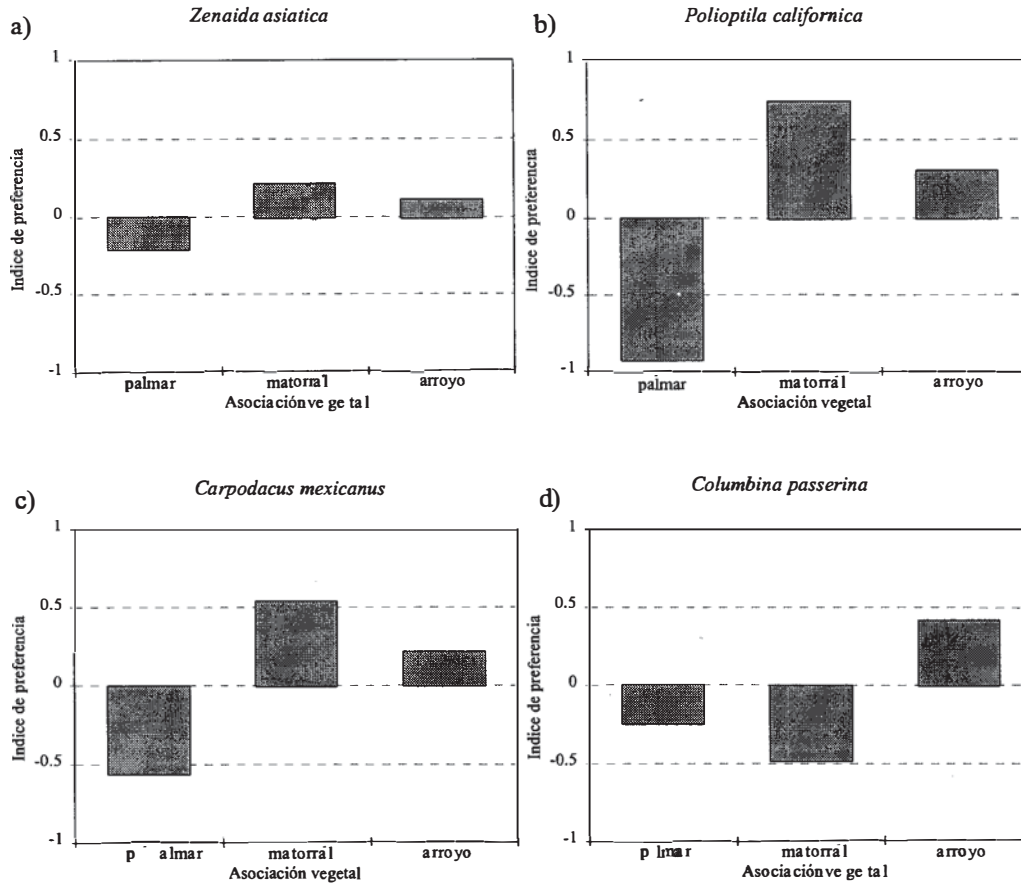


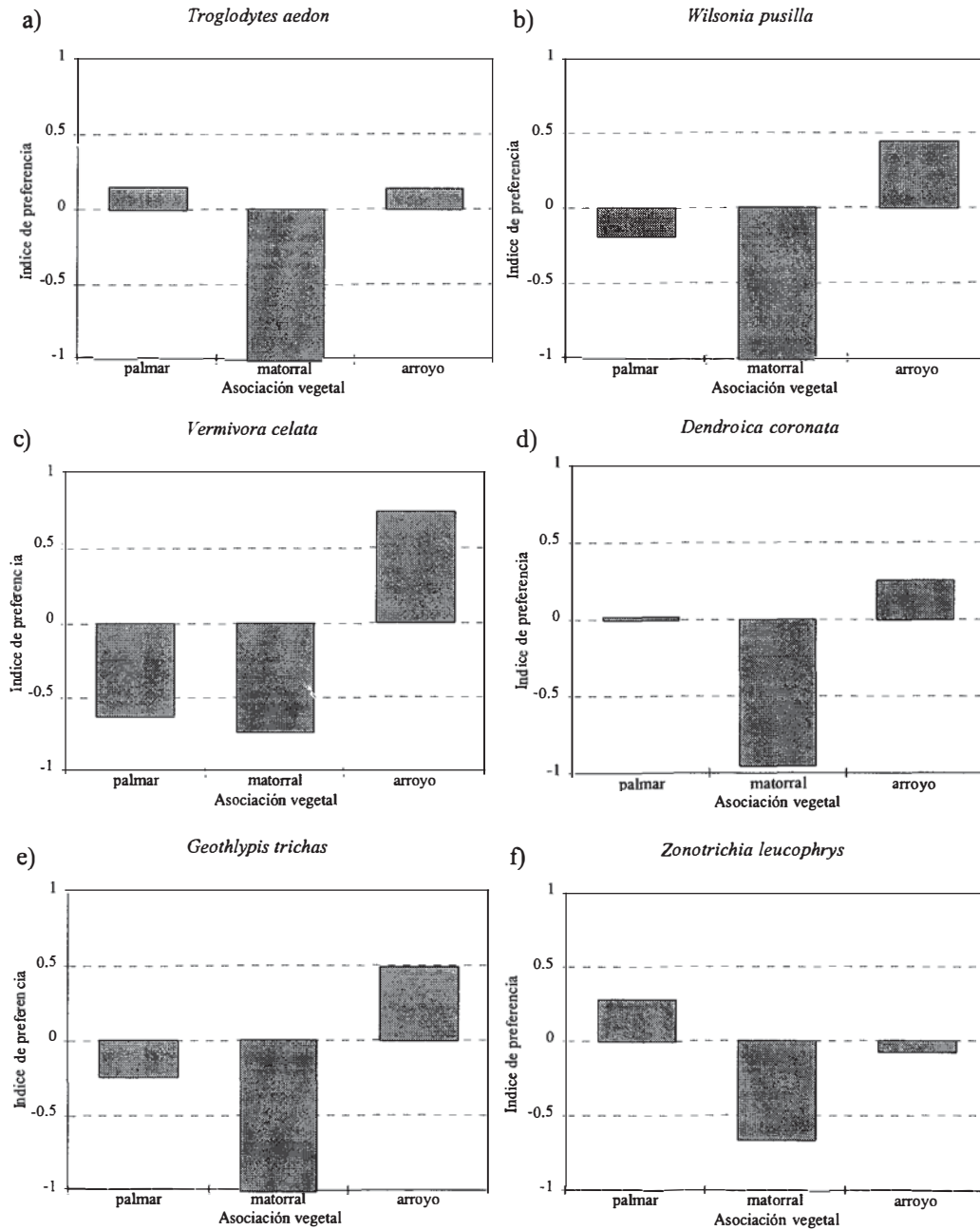
Figura 7.- Índices de preferencia de: *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Icterus cucullatus*, *Auriparus flaviceps* y *Melanerpes uropygialis* (aves residentes) a tres asociaciones vegetales en la época de invierno.



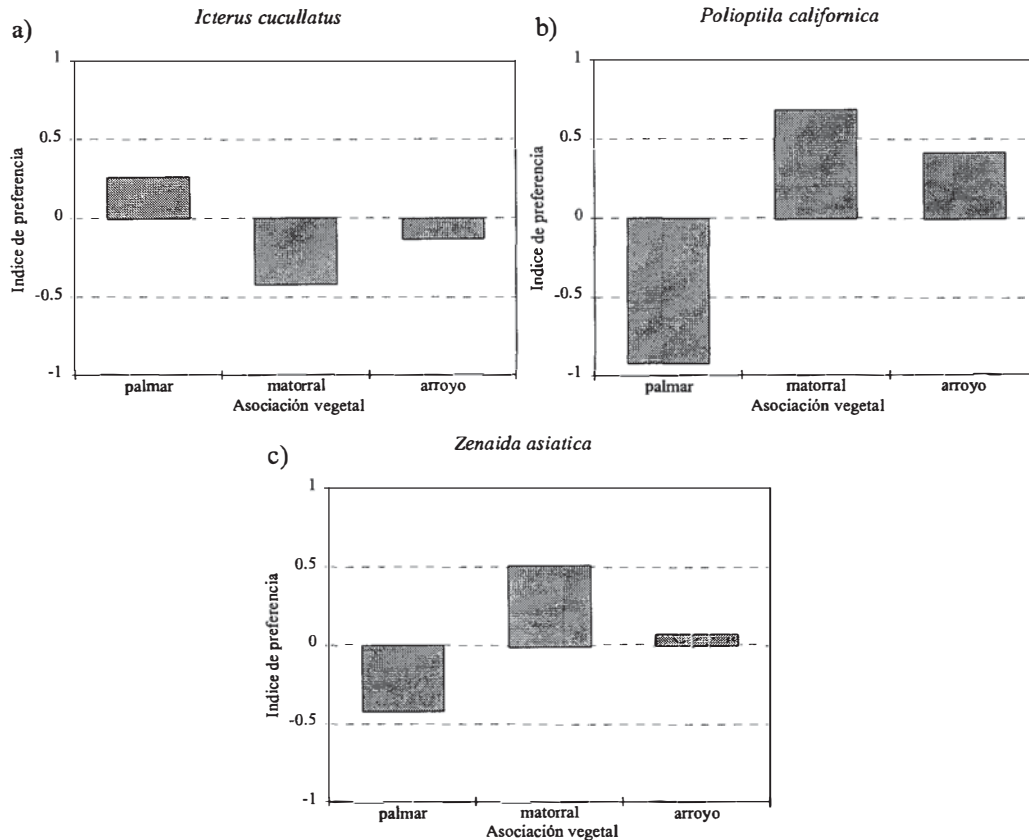
**Figura 8.-** Índices de preferencia de: *Zenaida asiatica*, *Polioptila californica*, *Carpodacus mexicanus* y *Columbina passerina* (aves residentes) a tres asociaciones vegetales en la época de invierno.

## Discusión y Conclusiones

La mayor riqueza de aves residentes e invernantes se encontró en el palmar-carrizal, lo cual indica que esta asociación vegetal es muy atractiva para ambos grupos de aves. Nuestros análisis de asociación muestran claramente que las aves residentes e invernantes tienen una fuerte preferencia por este tipo de vegetación (en el capítulo 12 se discute sobre los aspectos de forrajeo de plantas específicas del palmar-carrizal por parte de estas aves). De tal forma que más especies de aves, y en mayor abundancia acuden a los pequeños parches de palmar-carrizal, los que suministran mayor cantidad y calidad de alimento. Estos



**Figura 9.-** Índices de preferencia de: *Troglodytes aedon*, *Wilsonia pusilla*, *Vermivora celata*, *Dendroica coronata*, *Geothlypis trichas*, *Zonotrichia leucophrys* (aves invernantes) a tres asociaciones vegetales en la época de invierno.



**Figura 10.-** Índices de preferencia de: *Icterus cucullatus*, *Polioptila californica* y *Zenaida asiatica* (aves residentes) a tres asociaciones vegetales en la época de verano.

sitios parcheados con mayores recursos producen un efecto de atracción para las aves, lo cual incide en su distribución (Reed y Dobson 1993). Esta tendencia parece repetirse en todos los oasis, lo que nos sugiere la existencia de un patrón general en los mismos. Los procesos existentes con relación a este patrón los discutimos a continuación y en el capítulo siguiente.

Los resultados de los análisis de componentes principales demostraron que los palmares se separan de la vegetación circundante, principalmente por los tipos de árboles que hay, por la cobertura, la abundancia y la altura. De estas variables, las palmas fueron las más atractivas (ver siguiente capítulo). Los análisis de preferencia de cobertura vegetal utilizando el índice de Jacobs muestran algunos ejemplos de especies generalistas y especialistas de hábitat, en aves residentes e invernantes. Se ha considerado comúnmente que las aves migratorias son más

generalistas en cuanto al hábitat (Brooker *et al.* 1990, Lefebvre *et al.* 1994) y en los recursos que consumen. Sin embargo, esta hipótesis no se aplica para nuestra área de estudio en la Península (Hutto 1992, Wunderle y Waide 1993), porque las especies migratorias fueron más selectivas hacia el palmar-carrizal y el arroyo, como sucedió con *Troglodytes aedon* y *Zonotrichia leucophrys*. Para las especies de aves residentes que se conocen como netamente desérticas por ejemplo *Polioptila californica*, que no prefirió el palmar pero prefirió el matorral, se sugiere que son especialistas en el tipo de hábitat. Mientras que otras especies de aves residentes en la Península, como *Zenaida asiatica* e *Icterus cucullatus*, que se sabe, se distribuyen ampliamente en el macizo continental y que mostraron una tendencia a utilizar el palmar en relación a la disponibilidad que ofrecen los oasis, parecen ser generalistas de hábitat en estos sitios. No obstante, pueden suceder cambios preferenciales temporalmente, como en el caso particular de *Icterus cucullatus* que prefirió más el palmar-carrizal en verano, debido a que en esta época elige las palmas como sustrato y material para hacer sus nidos.

En conclusión, la mayoría de las especies de aves residentes e invernantes fueron selectivas en el uso del palmar-carrizal, el cual representa un tipo de vegetación atractivo, y cuya abundancia de recursos aparentemente permite la coexistencia de especies y la selectividad por clases de plantas similares.

### Agradecimientos

Quisiéramos agradecer especialmente a Abelino Cota Castro por la ayuda que nos brindó durante todo el trabajo de campo. Asimismo, a Guillermo Blanco, Franco Cota Castro y Amado Cota Cosio por su colaboración. Parte de este trabajo recibió apoyo por el premio E. Alexander Bergstrom Research Award de la Association of Field Ornithologists, Inc.

### Literatura citada

- Anderson B.W., R.D. Ohmart y J. Rice. 1983. Avian and vegetation community structure and their seasonal relationships in the lower Colorado River valley. *Condor* 85:392-405.
- Anderson, D.R., J.F. Laake, B.R. Crain y K.P. Burnham. 1979. Guidelines for line transect sampling of biological populations. *Journal of Wildlife Management* 43: 70-78.
- Bairlein, F. 1985. Body weights and fat deposition of Palearctic passerine migrants in the central Sahara. *Oecologia* 66(1):141-146.
- 1988. How do migratory songbirds cross the Sahara? *Trends in Ecology and Evolution* 3:191-194.

- Biebach, H.,W. Friedrich y G. Heine. 1986. Interaction of body mass, fat, foraging and stopover period in trans-Sahara migrating passerine birds. *Oecologia* 69(3):370-379.
- Brooker, M.G.,R.W. Braithwaite y J.A. Estbergs. 1990. Foraging ecology of some insectivorous and nectarivorous species of birds in forests and woodlands of the wet-dry tropics of Australia. *Emu* 90:215-230.
- Brown, A.F. y P.W. Atkinson. 1996. Habitat associations of coastal wintering passerines. *Bird Study* 43:188-200.
- Burnham, K.P.,D.R. Anderson y J.L. Laake. 1980. Density estimates from line transects sampling of biological population. En: A publication of the Wildlife Society. U.S.A. Wildlife Monographs 72:1-202.
- Casselton, P.J. 1984. Breeding birds. En: Sahara Desert. Cloudsley-Thompson, J.L.(Ed). Londres. 229-240.
- Emlen, J.T. 1971. Population densities of bird derived from transect counts. *Auk* 88:323-342.
- Everitt, B.S. 1980. The analysis of contingency tables. Ed. John Wiley & Sons, Nueva York. E.U.A. 127 pp.
- Fowler, J. y L. Cohen. 1995. Practical statistics for field biology. Ed. John Wiley & Sons. Londres. 227 pp.
- Grismer, L.L. y J.A. Mc Guire. 1993. The oases of Central Baja California, Mexico. Part I. A preliminary account of the relict mesofilic herpetofauna and the status of the oases. *Bulletin Southern California Academy of Sciences*. 92(2):2-24.
- Heredia, B.,J.C. Alonso y F. Hiraldo. 1991. Space and habitat use by Red Kites *Milvus milvus* during winter in the Guadalquivir marshes: a comparison between resident and wintering populations. *Ibis* 133:374-381.
- Hutto, R.L. 1992. Habitat distributions of migratory species in western Mexico. En: Ecology and Conservation of Neotropical landbirds. Hagan III, J.M. y D.W. Johnston (Eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. 221-239.
- ,Pletshet, S.M. y P. Hendricks. 1986. A fixed radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk* 103: 593-602.
- Jacobs, J. 1974. Quantitative measurement of food selection. *Oecologia* 14: 413-417.

- James, F.C. y N.O. Wamer. 1982. Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63:159-171.
- Karr, J.R. 1981. Surveying birds with mist nets. *Studies in Avian Biology* 6:62-67.
- Lavee, D., U.N. Safriel y I. Meilijson. 1991. For how long do trans-Saharan migrants stopover at an oasis?. *Ornis Scandinavica* 22(1):33-44.
- Lefebvre, G., B. Poulin y R. McNeil. 1994. Temporal dynamics of mangrove bird communities in Venezuela with special reference to migrant warblers. *Auk* 111(2):405-415.
- MacMahon, J.A. 1990. *Deserts: A comprehensive field guide*. The Audubon Society Nature Guides. Nueva York. 638 pp.
- Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. *Ciencia* 45:203-211.
- Meents, J.K., B.W. Anderson y R.D. Ohmart. 1982. Vegetation relationship and food of sage sparrows wintering in honey mesquite habitat. *Wilson Bulletin* 94(2):129-138.
- Mills, G.S., J.B. Dunning Jr. y J.M. Bates. 1991. The relationship between breeding bird density and vegetation volume. *Wilson Bulletin* 103(3):468-479.
- Morrison, D.F. 1981. *Multivariate statistical methods*. McGraw Hill, Nueva York.
- Nocedal, J. 1984. Estructura y utilización del follaje de las comunidades de pájaros en bosques templados del Valle de México. *Acta Zoológica Mexicana* 6(ns):1-45.
- 1994. Local migrations of insectivorous birds in western México: implications for the protection and conservation of their habitats. *Bird Conservation International* 4:129-142.
- Ornelas, J.F. y M.C. Arizmendi. 1995. Altitudinal migration: Implications for the conservation of the Neotropical migrant avifauna of western Mexico. En: *Conservation of Neotropical Migratory Birds in Mexico*. Wilson, M.H. y S.A. Sander (Eds). Agricultural and Forest Experiment Station Misc Publ 727. Maine, E.U.A. 98-112 pp.
- , M.C. Arizmendi, L. Márquez-Valdemar, M.L. Navarajo y H.A. Berlanga. 1993. Variability profiles for line transect bird censuses in a tropical dry forest in México. *Condor* 95(2):422-441.
- Rappole, J.H., E.S. Morton, T.E. Lovejoy III, y J.L. Ruos. 1993. *Aves Migratorias Neárticas en los Trópicos*. Conservation and Research Center, National Zoological Park, Smithsonian Institution Press. 341 pp.



- Reed J.M. y A.P. Dodson. 1993. Behavioural constraints and conservation biology: conspecific attraction and recruitment. *Trends Ecol. Evol.* (8)7:253-256.
- Reynolds, R.T., J.M. Scott y R.A. Nussbaum. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* 82:309-313.
- Rotenberry, J.T. y J.A. Wiens. 1980. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: a multivariate analysis. *Ecology* 61:1228-1250.
- Safriel, U.N. y D. Lavee. 1988. Weight changes of cross-desert migrants at an oasis. Do energetic considerations alone determine the length of stopover?. *Oecologia* 76(4):611-619.
- y ----- . 1991. Relative abundance of migrants at a stoping-over site and the abundance in their breeding ranges. *Bird Study* 38(1):71-72.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1981. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. W.F. Freeman, Nueva York. 859 pp.
- Tomoff, C. S. 1974. Avian species diversity in desert scrub. *Ecology* 55: 396-403.
- Turchi, G. M., P.L. Kennedy, D. Urban y D. Hein. 1995. Bird species richness in relation to isolation of aspen habitats. *Wilson Bulletin* 107(3):463-474.
- Van Riper, C. 1982. Censuses and breeding observations of the birds on Kohala Mountain, Hawaii. *Wilson Bulletin*. 94:463-476.
- Villard, M.A., G. Merriam y B.A. Maurer. 1995. Dynamics in subdivided populations of neotropical migratory birds in a fragmented temperate forest. *Ecology* 76(1): 27-40.
- Willson, M.F. 1974. Avian community organization and habitat structure. *Ecology* 55:1017-1029.
- y T.A. Comet. 1996a. Bird communities of northern forests: Patterns of diversity and abundance. *Condor* 98:337-349.
- y T.A. Comet. 1996b. Bird communities of northern forests: Ecological correlates of diversity and abundance in the understory. *Condor* 98:350-362.
- Winker, K. 1995. Neotropical stopover sites and middle american migrations: The view from southern Mexico. En: *Conservation of Neotropical Migratory Birds in Mexico*. Wilson, M.H. y S.A. Sander (Eds.) Agricultural and Forest Experiment Station Misc. Publ. 727. Maine, E.U.A. 150-163 pp.

Wunderle, J.M. y R.B. Waide. 1993. Distribution of overwintering nearctic migrants in the Bahamas and Greater Antilles. *Condor* 95:904-933.

Yom-Tov, Y. 1993. The importance of stopover sites in deserts for Palearctic migratory birds. *Israel Journal of Zoology* 39:271- 273.

Apéndice 1. Variables de la estructura vegetal (columnas) de los puntos muestreados en los oasis (renglones).

síto	sptot	abuntot	abunab	abunar	abunh	abunsc	cotet	coab	coar	coh	cosc	coabsc	ran	rmax	rabumax	abumax	rcomax	emer
SPal1	15	23109	22932	100	77	0	2480.27	793.55	1524.67	162.043	0	793.55	9	9	5	22790	5	13.47
SPa2	10	227	10	158	58	1	1595.21	4.32	1578.97	11.88	0.041	4.361	7	9	1	138	9	14.9
Slarr	25	181	140	35	1	5	537.75	212.41	322.428	0.094	2.82	215.23	7	9	1	124	1	12.5
Simat	29	651	342	19	33	257	557.13	346	50.39	25.73	135	480.99	3	3	1	612	1	2.45
PUcar	1	16000	16000	0	0	0	1000	1000	0	0	0	1000	1	6	6	16000	6	6
PUpal	22	4695	62	83	4550	0	2272.82	104.86	1517.96	650	0	104.86	8	9	2	4575	9	15.44
PUarr	20	297	170	114	10	3	1317.65	748.028	564.59	3.64	1.39	749.418	8	8	1	40	6	20
PUmat	23	489	446	17	0	26	573.933	518.32	48.5	0	7.114	525.434	4	4	1	340	2	3.1
EPpal	14	32642	11201	84	21357	0	3146.02	623.09	2211.41	311.52	0	623.09	8	8	3	17433	8	18
EPpa2	18	6157	2173	56	3927	0	2007.45	530.533	1403.05	73.866	0	530.533	8	8	1	3242	8	15
EPmat	9	68	66	0	0	2	89.68	89.68	0	0	0.001	89.681	3	3	1	48	2	2.6
SPcar	11	19369	3757	11	15601	0	809.609	226.063	70.56	512.509	0	226.063	4	4	1	13684	1	3.83
SPpal	6	123	16	106	1	0	971.42	69.76	901.345	0.314	0	69.76	6	9	9	32	4	12.61
SPmat	31	532	349	21	3	159	213.51	153.49	19.23	0.4241	40.37	193.8575	4	4	1	439	1	4
Sicar	6	49201	14391	9	34801	0	982.86	527.78	50.06	405	0	527.78	7	9	1	26972	1	10.66
SJpal	12	588	438	146	4	0	964.39	407.386	526.32	30.693	0	407.386	9	9	3	439	3	16.37
SJpa2	6	347	191	76	80	0	530.667	6.691	505.176	18.8	0	6.691	9	9	3	184	9	14.47
SJarr	14	1929	1915	2	11	1	1114.64	461.091	453.017	188.684	11.84	472.935	8	9	2	728	6	12

**sptot**= especies totales, **abuntot**= abundancia total, **abunab**= abundancia de arbustos, **abunar**= abundancia de árboles, **abunh**= abundancia de herbáceas, **abunsc**= abundancia de suculentas pequeñas, **cotot**= cobertura total, **coab**=cobertura de arbustos, **coar**=cobertura de árboles, **coh**=cobertura de herbáceas, **cosc**= cobertura de suculentas pequeñas, **coabsc**= cobertura de arbustos y suculentas pequeñas, **ran**= número de rangos de altura, **rmax**= rango de altura máxima, **rabumax**= rango de altura de mayor abundancia, **abunmax**= abundancia del rango de mayor abundancia, **rcomax**= rango de altura con mayor cobertura, **emer**= altura media de plantas emergentes. SJ= San Ignacio, PU= La Purísima, EP= El Pilar, SP= Punta San Pedro y SJ= San José del Cabo. pa= palmar, arr= arroyo, mat= matorral, car= carrizal.

## CAPITULO 12

# EL USO DEL HABITAT POR AVES RESIDENTES E INVERNANTES

*LAURA RUBIO, RICARDO RODRIGUEZ-ESTRELLA Y ESTEBAN PINEDA*

### Resumen

Se determinó el uso estacional del hábitat de aves residentes e invernantes, realizando seguimientos focales de aves y de plantas en cinco oasis de Baja California Sur. En la época de invierno, se colocaron redes para capturar aves y cuantificarles la cantidad de grasa, así como para determinar si los oasis funcionaban como sitios de escala ("stopovers") para las aves migratorias.

Los datos de este estudio sugieren que las aves residentes muestran un cambio estacional en el uso del hábitat y que estos cambios pueden ocurrir como una consecuencia de las condiciones fenológicas de las plantas, que a su vez, determinan la disponibilidad del recurso; o bien, por la presencia de las especies de aves invernantes. Los niveles de grasa para aves invernantes mostraron cierta tendencia a incrementarse conforme transcurre el tiempo hacia finales del invierno. Se sugiere que los oasis de Baja California Sur funcionan como sitios de escala y reabastecimiento para las aves migratorias, mientras que para las residentes son fuentes adicionales de alimento y refugio durante todo el año.

### Abstract

We determined the habitat use of resident and overwintering birds at five oases in Baja California Sur: San Ignacio, La Purísima, El Pilar, Punta San Pedro, and San José del Cabo. We used focal-bird and focal-plant sampling techniques to determine how birds used plant species in every vegetative association we studied at every oasis (reed-grass, palms, mesquite forest and scrub vegetation). During the winter season, a net-trapping effort was applied to catch birds and to quantify their body-fat level. We intended to determine if oases in Baja were functioning as stopovers for migrant birds.

Our results suggest resident birds shifted their habitat use patterns seasonally. We propose these changes may be a result of changes in local plant phenology, which change food availability, but also because of competition with overwintering bird species.

Body-fat levels for overwintering birds increased at the end of the winter season. We suggest oases of Baja California Sur function as stopovers for migratory birds, while providing additional food sources and refuges for resident birds throughout the year.

## Introducción

La forma en que las especies hacen uso de los hábitats durante la época reproductiva o durante el invierno, puede ser crucial para su sobrevivencia, ya que en la época reproductiva es necesario optimizar la relación del gasto energético que le implica a los reproductores la obtención del alimento para llevarlo a la progenie, mientras que durante el invierno, cuando los recursos son limitados, las especies requieren de la utilización de hábitats óptimos donde los recursos se encuentren disponibles (Krebs y Davies 1981, Thiollay 1984, Wiens *et al.* 1987, Rappole *et al.* 1993, Bryan 1995). Se ha postulado que el rango del uso del hábitat de cada especie que compone una comunidad biológica se diferencia por los requerimientos de las otras especies o bien por características del hábitat, sean intrínsecas, *i.e.* tipo y abundancia de alimento, cobertura vegetal, competencia, depredación, etc., o extrínsecas, *i.e.* clima, precipitación, disponibilidad del hábitat y condición energética del ave (Hutto 1985, Moore y Simons 1992). El uso del hábitat se define como el rango de características del hábitat en que los animales realizan el total de sus actividades diarias y a través de un período de tiempo, considerando el porcentaje de tiempo presente en las diferentes asociaciones vegetales de un hábitat dado (Rodríguez-Estrella 1993). La selección del hábitat se define como la serie de características del hábitat que las especies aparentemente eligen porque les son más propicias, las cuales están directamente relacionadas con la alimentación y reproducción. De tal modo que el uso del hábitat por una especie representa un aspecto más amplio que la selección, en cuanto a la forma en que los organismos hacen uso de los recursos en el tiempo y en el espacio (Hutto 1985, Brennan *et al.* 1987, Rodríguez-Estrella 1993).

La mayoría de los estudios que se han hecho sobre selección y uso de hábitat han utilizado a las aves como modelo, por ser un grupo con gran capacidad para desplazarse en distintos ambientes. Los trabajos de uso de hábitat nos ayudan a conocer la distribución real de los individuos en un ambiente dado (Brennan *et al.* 1987), y a inferir relaciones biológicas entre las especies que coexisten en un hábitat (Rodríguez-Estrella 1993).

La llegada de las especies migratorias a un hábitat donde pasarán el invierno puede provocar que existan cambios estacionales en los patrones de uso del hábitat de aves residentes (Weisbrod *et al.* 1993), porque se puede producir un efecto de segregación de una especie sobre otra (Timonen *et al.* 1994, Kirk y Houston 1995). Estos cambios en el uso del hábitat dependerán de las estrategias oportunistas o especialistas de las especies en el uso de los recursos (Brooker *et al.* 1990, Rappole *et al.* 1993, Villaseñor y Hutto 1995, Poulin y Lefebvre 1996), o bien que una especie presente este tipo de estrategias dependiendo de los recursos que le ofrece el ambiente (Herrera 1978, Wagner 1981, Fasola y Fraticelli 1990, Heredia *et al.* 1991, Rappole *et al.* 1993, Lefebvre *et al.* 1994).

Las aves a lo largo de su ruta migratoria, buscan hábitats adecuados donde puedan acumular las reservas de grasa y volverse a hidratar. Estos lugares son considerados como sitios de escala y recuperación ("stopovers"), donde las aves pueden pasar un período de tiempo y usar los recursos locales para reabastecer sus depósitos subcutáneos y peritoneales de grasa (Blem 1980, Rogers 1991, Lyons y Haig 1995), los cuales se gastan durante la migración (Van Tyne y Berger 1976, Winker *et al.* 1992). El período de permanencia en estos sitios puede variar según la época del año o la condición física en la que lleguen las aves. Estos lugares son vitales para que la migración de muchas especies se complete exitosamente.

Se han hecho numerosos estudios en el mundo sobre migración y sitios de escala de aves terrestres en zonas áridas. Se han reportado observaciones desde hace dos décadas en Israel y el Desierto del Sahara y sobre las estrategias que siguen las aves para cruzar las barreras geográficas por las que cruzan durante la migración, como zonas desérticas, montañas o grandes cuerpos de agua (Moore y Simons 1992, Yom-Tov 1993, 1995, Biebach 1995, Lindström 1995, Safriel 1995). En el caso de México, los estudios que se refieren a sitios de escala y aves terrestres migratorias sólo se han realizado en la porción este del país y en zonas tropicales (Moore y Kerlinger 1987, Loria y Moore 1990, Moore *et al.* 1990, Kuenzi *et al.* 1991, Moore y Yong 1991, Greenberg 1992, Moore y Simons 1992, Rappole *et al.* 1992, Yong y Moore 1993, Winker 1995a,b). En el oeste de México sólo existen los trabajos aislados de Hutto (1992) y Villaseñor y Hutto (1995), que se refieren al uso de las áreas de invernación por aves migratorias, pero no a los sitios de escala. Para Baja California Sur no existe ningún trabajo ni sobre sitios de escala ni sobre el uso del hábitat de las aves terrestres en estos sitios. En este sentido, el presente trabajo presenta información original sobre el uso del hábitat de las aves residentes e invernantes, en los oasis de Baja California Sur y en las zonas áridas del noroeste mexicano.

Nuestros objetivos en este estudio se centran en dos aspectos. El primero es tratar de determinar la forma en que los oasis de la península de Baja California ayudan en la estructuración de las poblaciones o comunidades de aves residentes en un ambiente desértico. Y segundo, tratar de determinar si la llegada temporal durante el invierno de individuos de diferentes especies modifica los patrones de uso del hábitat de las poblaciones de aves residentes, y si estos individuos migratorios utilizan los oasis como sitios de escala.

### **Area de estudio**

Se trabajó en cinco oasis que presentan diferentes características en cuanto al tamaño, vegetación y grado de transformación humana a la que han sido sometidos. Estos oasis son latitudinalmente de norte a sur: San Ignacio, La Purísima, El Pilar, Punta San Pedro y el Estero de San José del Cabo. La información sobre sus características está en los capítulos 2 y 11.

## Metodología

El trabajo se realizó de mediados de abril de 1995 a mediados de marzo de 1996. Se muestreó en la época de verano (que forma parte de la época reproductiva de aves residentes) y en la época de invierno (donde están presentes las especies de aves migratorias).

En cada uno de los sitios de muestreo se procedió a hacer lo siguiente:

Se hicieron recorridos en los oasis y vegetación aledaña a ellos (palmar, carrizal, arroyo, cultivo y matorral sarcocaulé), haciendo observaciones en las primeras horas del día (0600-1100 H) y por la tarde (1500-1900 H), por ser las horas de mayor actividad de las aves. El trabajo de campo se dividió en tres fases: 1) seguimientos focales de aves; 2) observaciones focales de plantas; y 3) colocación de redes.

### 1. Seguimientos focales de aves

Para determinar la forma en que las aves usaron los recursos en el tiempo y en el espacio, se hicieron observaciones con la técnica de seguimiento focal-animal descrita por Altmann (1974). Se hicieron seguimientos individuales de diferentes especies de aves por períodos no mayores a 10 minutos (Altmann 1974, Chávez-Ramírez y Slack 1994, Villard 1994, VanderWerf 1994, Sodhi y Paszkowski 1995).

Se anotó el tiempo de permanencia de las aves en cada especie vegetal y en las estructuras de las mismas. Se registró la altura de la planta y la altura donde estaba el ave, ambas especies (planta/ave), sexo o edad (en los casos que era posible) y la actividad que estaba realizando el ave (Landres y MacMahon 1980, Wagner 1981, Martín 1988, Wiedenfeld 1992, VanderWerf 1993, 1994, Sodhi y Paszkowski 1995).

Para facilitar la obtención de datos de las diferentes actividades de las aves, cada una de las conductas fue categorizada de la siguiente manera:

A. Forrajeo: buscar-picar (F1); rascar o raspar (F2); saltar (F3); desplazarse (F4); tomar fruto (F5); cazar insectos o cachar (F6) y tomar agua (F7).

B. Territorialidad: Canto (T1) y despliegues (T2).

C. Reproductivas: Cortejo (R1) y anidación (R2).

D. Descanso: Perchar (D1) y acicalamiento (D2).

E. Agresión: Lucha (A1) y despliegues agresivos (A2).

F. Sociales: Forrajeo en grupo (S1) y vuelo en grupo (S2).

### 2. Observaciones focales de plantas

Se hicieron observaciones focales de diferentes plantas por períodos de diez minutos para determinar las especies de aves que las visitaron. En cada lapso de

diez minutos, se observaron grupos de cinco a doce plantas elegidas al azar de distintas alturas. Cada grupo de plantas tuvo una separación de 50 m aproximadamente con la finalidad de reducir al máximo la dependencia de las observaciones. Los datos que se midieron de las plantas observadas fueron: especie, cobertura, fenología (presencia de flor y fruto), diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura (Wheelwright 1991). Se tomó el número total de aves por especie que visitaron las plantas durante cada período de tiempo de observación.

### 3. Colocación de redes

Se pusieron redes durante el día en distintos tipos de vegetación (palmar, huerto, carrizal, cultivo, arroyo y matorral) únicamente durante la época de invierno (1o. de febrero al 25 de marzo). Las redes se revisaban cada hora, con un esfuerzo total de 212 hrs/red. Se utilizaron redes de distintos largos y tamaños de malla.

A las aves capturadas, se les colocó en las patas un anillo o una combinación única de anillos de color. El color de los anillos cambió según el oasis que se estaba muestreando. En cada oasis el número de redes puestas varió dependiendo de su tamaño y del tipo de vegetación. En San Ignacio se colocaron diez redes con un total de 67.05 hrs/red; para La Purísima, se pusieron diez redes y un total de 71.05 hrs/red; para El Pilar, se colocaron ocho redes en total con un esfuerzo de 21.50 hrs/red; en Punta San Pedro también se colocaron ocho redes y 23.50 hrs/red y para San José del Cabo un total de 8 redes fueron puestas con 29.00 hrs/red. De esta manera se intentó determinar la forma en que cambiaba la abundancia de las especies residentes y de las especies invernantes.

Asimismo, se intentó determinar el tiempo de permanencia en los oasis y si éstos servían como escala a las especies invernantes. Para ello, además de las observaciones directas de las aves anilladas, se les tomó el peso con balanzas de precisión, se tomaron medidas morfométricas de cada individuo capturado (longitud total, cuerda alar, tarso, cola, longitud del pico desde el nostril hasta la punta del pico y longitud total del mismo), y el sexo o edad.

Se tomó como un estimativo de la condición física de los individuos la cantidad de grasa en el cuerpo. La cantidad de grasa se calculó de acuerdo con un sistema de clasificación estándar de gradación de grasa contenida en la fúrcula (Greenberg 1992, Morris *et al.* 1995), teniéndose niveles desde el cero al cinco, 0 = reservas de grasa no visibles; 1 = huellas de grasa visible en las paredes de la fúrcula; 2 = la fúrcula rellena de grasa pero no completamente; 3 = espacio fúrcular relleno de grasa pero cóncava; 4 = espacio fúrcular completamente relleno de grasa y ligeramente amontonada y 5 = grasa fúrcular amontonada y convexa. Se trató de que siempre fuera la misma persona quien hiciera tal determinación, para reducir la varianza generada por diferencias entre los observadores.



## Análisis de los datos

### 1) Seguimientos de aves

En el Apéndice 1 se muestran todas las especies registradas con esta técnica, así como el sitio, la temporada y el tipo de vegetación en donde se encontraban presentes. Se ordenaron los datos en dos categorías. En la primera (I) se concentraron las actividades cuyo tiempo de registro fluctuaba entre 0.1 y 10 seg; y en la segunda (II) los registros de actividades mayores a 10 seg. Luego se juntaron las categorías de conducta descritas anteriormente quedando solamente tres grandes grupos: 1) Descanso (D1 y D2); 2) forrajeo (que incluye: F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, S1 y S2) y 3) territorio (donde se agruparon: T1, T2, A1 y A2). Posteriormente, los datos se mezclaron por tipos de vegetación, temporada y hora del día. Esto se hizo así porque, de acuerdo a los resultados obtenidos a partir del análisis de componentes principales del capítulo 11, se sugiere que no hay diferencias entre los cinco oasis muestreados con respecto a los mismos tipos de vegetación. Es decir, no hubo diferencias en los parámetros de la vegetación para los palmares, arroyos o matorrales entre los oasis. Para comprobar si existía independencia entre las observaciones de las dos categorías se realizaron pruebas de  $G$  por especie de ave y por conducta (Sokal y Rohlf 1981, Fowler y Cohen, 1995).

Solamente para los datos de la primera categoría se hizo un análisis por gremios (insectívoros, granívoros, frugívoros y nectarívoros), para determinar la frecuencia de uso de especies de plantas en los distintos tipos de vegetación (palmar-carrizal, arroyo y matorral), y temporadas (verano-invierno). Se eliminaron los individuos con menos de dos observaciones y para la temporada de invierno se separaron los gremios por estatus (residentes e invernantes). El usar solo esta categoría aseguró que los datos fueran independientes por el corto tiempo de observación por ave.

Realizamos pruebas de  $G$  de asociación con los tiempos promedios dedicados a cada conducta, para determinar si existían diferencias entre aves residentes e invernantes en el palmar-carrizal y en el matorral-arroyo, también hicimos este mismo tipo de pruebas entre las asociaciones vegetales para cada uno de los grupos de aves (residentes e invernantes).

### 2) Observaciones focales de plantas

Se realizaron pruebas de asociación de Ji-cuadrada entre el número de aves que llegaron a las plantas elegidas al azar y el número de aves esperadas para cada planta. Las frecuencias de visitas de aves a las plantas se pueden ver en el Apéndice 2. Los nombres científicos de las plantas observadas tanto en esta metodología como en la anterior se encuentran en los Apéndices 3 y 4.

### 3) Colocación de redes omitológicas

Para analizar los datos obtenidos del muestreo de aves utilizando redes, se separaron de acuerdo a los tipos de vegetación donde se colocaron las redes. Como una primera aproximación se hicieron pruebas de asociación de Ji-cuadrada para saber si existían diferencias en los niveles de grasa entre aves residentes e invernantes, primero juntando todos los datos de los meses en que se trabajó con las capturas de aves.

Para San Ignacio y La Purísima se hicieron también estas pruebas bajo los criterios anteriores, por ser los dos oasis donde se trabajó en los mismos meses. Para cada una de estas pruebas de Ji-cuadrada se realizaron análisis de residuales para determinar el nivel de grasa que daba la significancia (Everitt 1980), así como sus respectivas gráficas.

Para obtener el índice de capturas promedio por sitio se utilizó la fórmula de Petit *et al.* (1992):  $ECi = (Cx (hi/nr)/Ht)$ , donde:  $ECi$ , Índice de capturas promedio por sitio;  $Cx$ , Número de capturas en cada oasis;  $hi$ , Número de horas red en cada oasis;  $nr$ , Número de redes;  $Ht$ , Número total de horas red. Se aplicó una prueba de  $G$  a este índice para determinar si eran significativas las diferencias entre oasis.

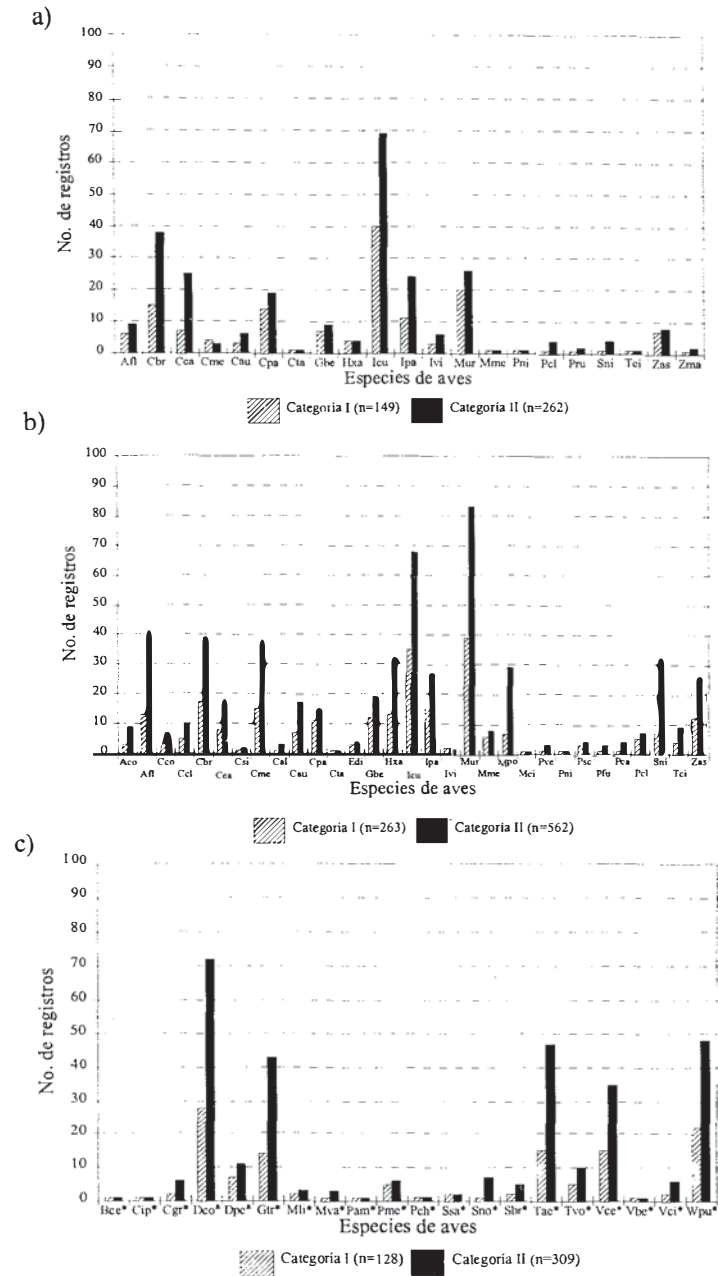
## Resultados

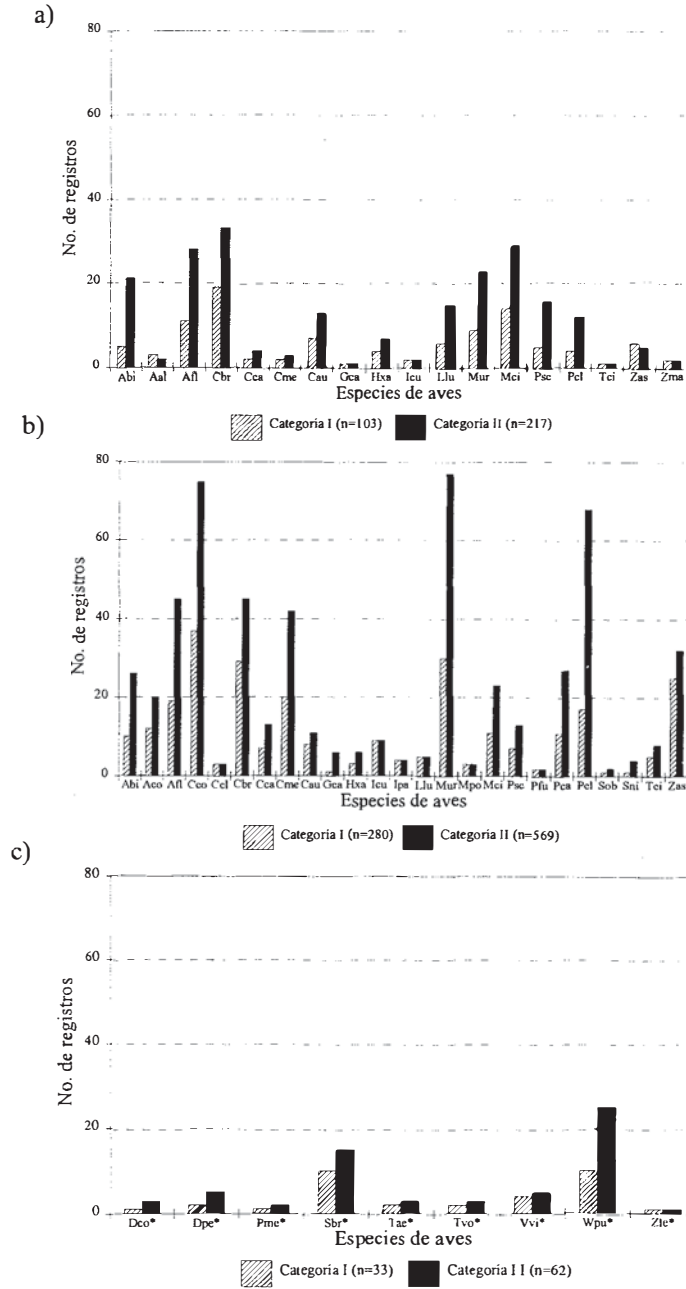
### 1) Seguimientos de aves

De acuerdo con los resultados presentados en las Figs. 1 y 2, se puede observar que las categorías I y II tienen un patrón similar en cuanto a su distribución. Para todos los tipos de vegetación, el número de aves registradas es mucho mayor en invierno por la presencia de las especies migratorias, que durante la época reproductiva.

La mayoría de los resultados de las pruebas de  $G$  entre categorías demuestran que no hay diferencias significativas ni entre categorías ni entre conductas por especie de ave, excepto durante la época de invierno para las especies invernantes del palmar-carrizal, descansando ( $G = 17.91$ , 7 g.l,  $p = 0.01$ ,  $n = 57$ ), para el conjunto de especies residentes e invernantes en el matorral-arroyo forrajeando ( $G = 48.54$ , 32 g.l,  $p = 0.03$ ,  $n = 763$ ), y para especies residentes en el matorral-arroyo forrajeando ( $G = 37.99$ , 24 g.l,  $p = 0.03$ ,  $n = 653$ ).

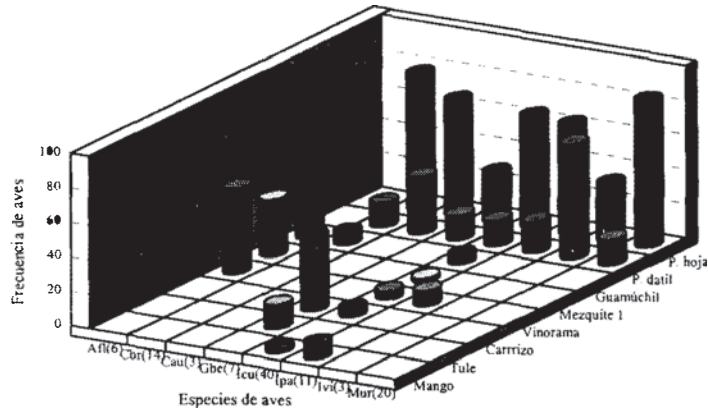
Sobre el uso que hacen los insectívoros, granívoros, frugívoros y nectarívoros en verano dentro del palmar, se puede observar que las palmas de hoja (*Washingtonia robusta*) y datilera (*Phoenix dactylifera*), además del carrizo (*Phragmites communis*), fueron las plantas que más frecuentemente utilizaron (Fig. 3a y 3b). En el caso del matorral en el verano, los granívoros, frugívoros y nectarívoros utilizaron el cardón (*Pachycereus pringlei*), donde realizan gran parte de sus actividades. Dentro de las plantas más utilizadas por los insectívoros en este tipo de vegetación y en esta temporada, destaca el cardón, siguiéndole el palo adán (*Fouquieria diguetii*) y el torote (*Bursera microphylla*). Asimismo, durante la temporada de invierno en el palmar-carrizal, los insectívoros residentes





**Figura 2.-** Registro de las categorías I y II en la vegetación de matorral: a) en la época de verano; b) de aves residentes en la época de invierno y c) de aves invernantes en la época de invierno. Los nombres completos de las aves se encuentran en el Apéndice 1.

a)



b)

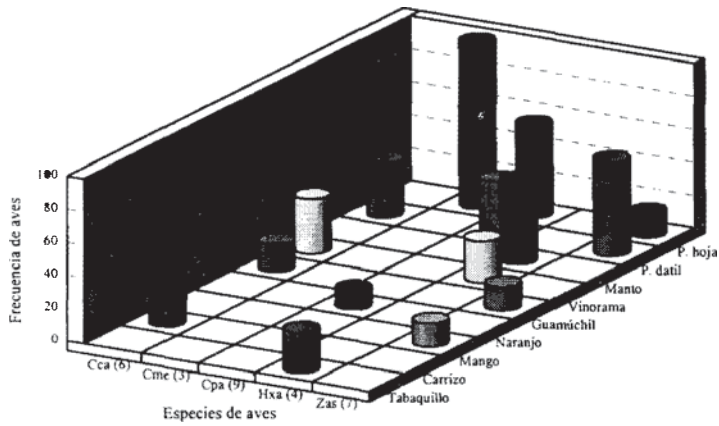
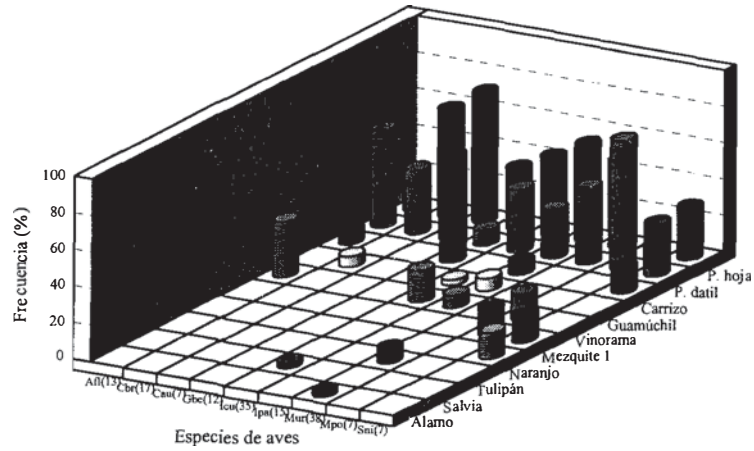


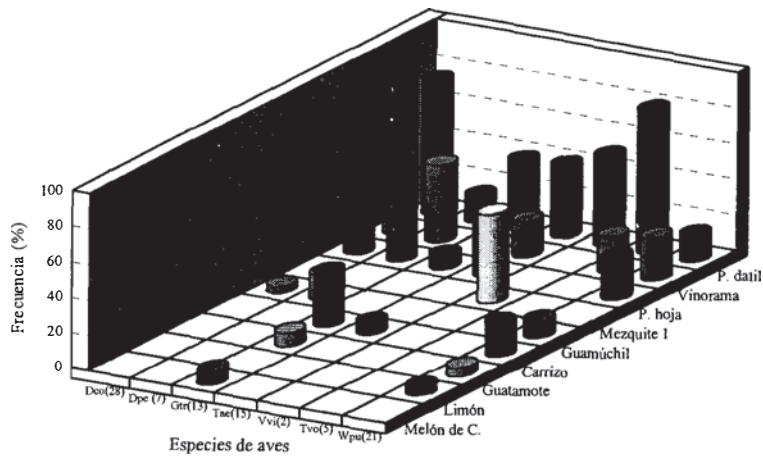
Figura 3.- Uso de plantas en la vegetación de palmar-carrizal en la época de verano: a) por el gremio de insectívoros y b) por los gremios de granívoros, frugívoros y nectarívoros. (n) número de observaciones. Los nombres completos de las aves se encuentran en el Apéndice 1.

utilizaron un número mayor de plantas, aunque sigue predominando el uso de las palmeras y el carrizo (Fig.4a), mientras que para las especies insectívoras invernantes la palma datilera es la planta que usaron con mayor frecuencia, así como la vinorama (*Acacia brandegeana*) y el carrizo (Fig. 4b). A su vez, los

a)



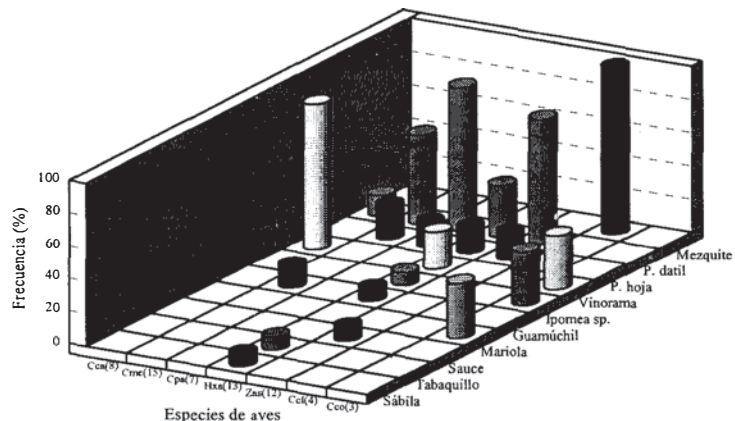
b)



**Figura 4.-** Uso de plantas en la vegetación de palmar-carrizal en la época de invierno: a) por el gremio de insectívoros residentes y b) por el gremio de insectívoros invernantes. (n) número de observaciones. Los nombres completos de las aves se encuentran en el Apéndice 1.

granívoros, frugívoros y nectarívoros siguen mostrando preferencia hacia las palmeras, el mezquite 1 (*Prosopis articulata*) y la vinorama (Fig. 5). El gremio de los granívoros, frugívoros y nectarívoros, tanto residentes como invernantes, utilizaron en el matorral más frecuentemente el cardón, árboles como el palo fierro (*Olneya tesota*) y el mezquite 2 (*P. palmeri*), y arbustos como el palo adán, el lomboy (*Jatropha cinerea*) y la gobernadora (*Larrea tridentata*). El gremio de los insectívoros residentes en el matorral y durante la época de invierno hicieron un uso frecuente del cardón, del torote, del palo adán y del mezquite 1, mientras que los insectívoros invernantes mostraron preferencia hacia las dos especies de mezquite, la matacora (*Jatropha cuneata*) y el palo adán. En el verano, en la vegetación de arroyo tanto insectívoros como granívoros hicieron un uso similar del cardón, el mezquite 1 y la vinorama. Durante el invierno los granívoros, frugívoros y nectarívoros mostraron preferencia hacia el mezquite 1 y la vinorama en el arroyo, al igual que los insectívoros residentes, quienes usaron también el lomboy y el alfilerillo 2 (*Condaliopsis rigida*). Los insectívoros invernantes prefirieron las dos especies de mezquite.

Los resultados de las pruebas de  $G$  con los tiempos promedio dedicados a cada conducta demuestran que no hay diferencias significativas entre aves residentes e invernantes en la vegetación de palmar-carrizal ( $G = 0.001$ , 2 g.l,  $p = 0.999$ ) y tampoco las hay en la vegetación de matorral-arroyo ( $G = 0.048$ , 2 g.l,  $p = 0.976$ ). Asimismo no encontramos diferencias entre las asociaciones vegetales para aves residentes ( $G = 0.003$ , 2 g.l,  $p = 0.998$ ) ni para aves migratorias ( $G = 0.075$ , 2 g.l,  $p = 0.963$ ), lo que nos podría indicar que los dos grupos de aves hacen un uso similar del hábitat.



**Figura 5.-** Uso de plantas en la vegetación de palmar-carrizal en la época de invierno por los gremios de granívoros, frugívoros y nectarívoros residentes. (n) número de observaciones. Los nombres completos de las aves se encuentran en el Apéndice 1.

## 2) Observaciones focales de plantas

En San Ignacio la planta más utilizada y seleccionada fue la palma datilera, con un número de visitas significativamente mayor al esperado ( $X^2 = 10.468$ , 4 g.l,  $p = 0.03$ ). Para el matorral en las dos temporadas, el palo adán fue la planta con mayor número de visitas; sin embargo, para el matorral en verano no detectamos diferencias entre las aves que se observaron y las que se esperaban en el palo adán ( $X^2 = 9.167$ , 9 g.l,  $p = 0.42$ ), mientras que para el matorral en invierno las aves sí seleccionaron esa planta ( $X^2 = 19.297$ , 11 g.l,  $p = 0.05$ ). Dentro del arroyo las plantas que recibieron más visitas fueron el lomboy y el mezquite 1, aunque no fue significativo ( $X^2 = 29.036$ , 19 g.l,  $p = 0.06$ ).

En el oasis de La Purísima la planta más utilizada y seleccionada durante la época de invierno en el palmar-carrizal, fue la palma datilera ( $X^2 = 13.613$ , 7 g.l,  $p = 0.05$ ). En el matorral, el mezquite 2 fue la planta más altamente seleccionada con un mayor número de visitas, seguida del palo adán y de la gobernadora ( $X^2 = 49.002$ , 17 g.l,  $p = 0.00006$ ). El mezquite 1 fue el árbol más usado en el arroyo, pero no se encontraron diferencias entre lo observado y lo esperado ( $X^2 = 20.308$ , 16 g.l,  $p = 0.21$ ).

Para El Pilar, dentro del palmar-carrizal, la palma datilera fue la planta más utilizada y altamente seleccionada en el invierno ( $X^2 = 16.882$ , 5 g.l,  $p = 0.004$ ). Dentro del matorral, el palo adán fue la planta más utilizada, pero sin diferencias significativas ( $X^2 = 15.533$ , 12 g.l,  $p = 0.213$ ). La vinorama presentó un valor del 40% de visitas dentro de la vegetación de arroyo, pero tampoco con diferencias significativas ( $X^2 = 17.160$ , 16 g.l,  $p = 0.37$ ).

En el palmar del oasis de Punta San Pedro, en el invierno la palma datilera fue la planta más frecuentemente visitada (50%), seguida de la palma de hoja con un 41% de frecuencia de visitas ( $X^2 = 22.519$ , 5 g.l,  $p = 0.0004$ ). Para el matorral en esa misma época, las visitas a las plantas se repartieron entre un gran número de plantas, descartando el lomboy, pero sin mostrar preferencias por ninguna de ellas ( $X^2 = 32.816$ , 28 g.l,  $p = 0.24$ ).

Durante la época de verano en San José del Cabo, la planta que más visitas tuvo fue la palma de hoja, pero sin diferencias entre lo esperado y lo observado ( $X^2 = 4.572$ , 7 g.l,  $p = 0.712$ ). Para el invierno la frecuencia de visitas para la palma de hoja fue del 85%, siendo altamente seleccionada ( $X^2 = 6.870$ , 1 g.l,  $p = 0.008$ ).

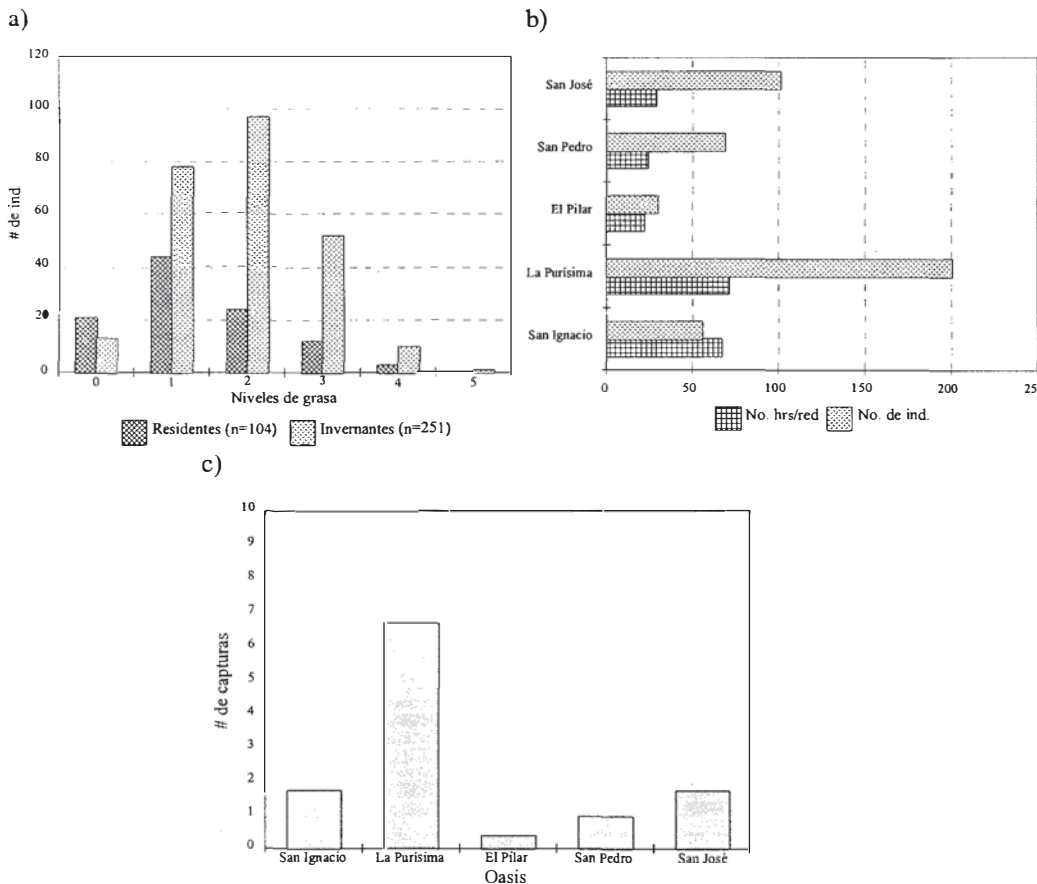
## 3) Niveles de grasa de las aves capturadas

Los niveles de grasa presentados por las aves residentes e invernantes ( $X^2 = 29.326$ , 5 g.l,  $p < 0.001$ ) fueron diferentes; el análisis de residuales indica que la varianza significativa está dada entre los niveles 0 y 3. Las aves residentes mostraron los niveles más bajos de grasa, mientras que las invernantes mostraron sobre todo el nivel 2 (Fig. 6a)



En cuanto a las capturas por oasis, La Purísima fue el oasis donde se capturó la mayor cantidad de aves ( $n = 200$ ), tanto residentes como invernantes, seguido de San José del Cabo con 101 individuos (Fig. 6b). Estos datos se corroboran con el índice de capturas promedio donde La Purísima tiene 6.73 individuos por red y San José 1.73 individuos por red (Fig. 6c). Los resultados de la prueba de  $G$  nos indican que los índices de captura de aves fueron diferentes entre los oasis ( $G$  ajustada = 8.62, 4 g.l,  $p = 0.071$ ).

Al comparar San Ignacio y La Purísima en febrero encontramos que se presentan diferencias entre niveles de grasa de las aves residentes ( $X^2 = 8.678$ , 4 g.l,  $p = 0.069$ ), pero no en las aves invernantes ( $X^2 = 1.236$ , 4 g.l,  $p = 0.872$ ). Para San Ignacio en febrero, el nivel que más individuos residentes presentó fue el 0, mientras que para La Purísima los niveles 1 y 2 son los que más presentaron



**Figura 6.-** a) Niveles de grasa de aves residentes e invernantes capturadas en cinco oasis, b) Número de individuos y horas red por oasis y c) Índice de captura en cinco oasis.

las aves residentes. Y para las aves invernantes en febrero en San Ignacio, el nivel que más individuos presentó fue el 1, y para La Purísima los niveles 2 y 3 tuvieron el mayor número de aves.

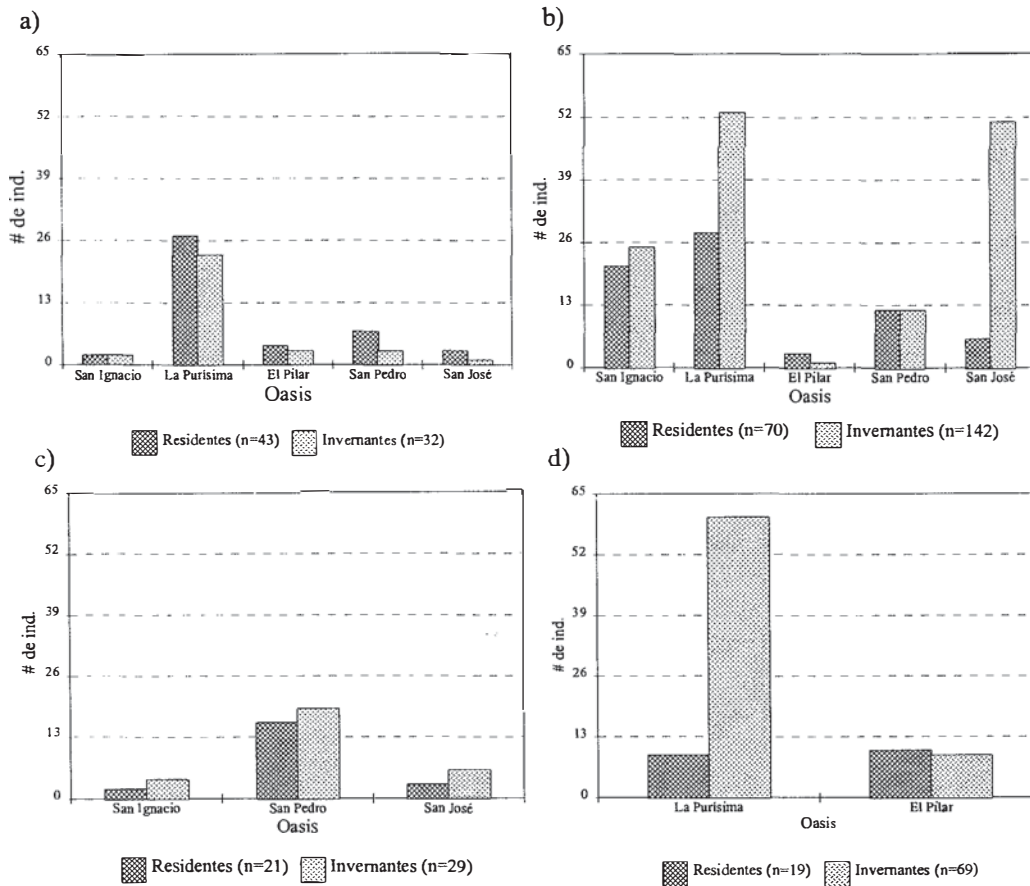
En marzo, el mayor número de aves residentes de San Ignacio se presentó en la categoría de grasa de 1, mientras que en La Purísima fue en la categoría 3, seguida de la 2 y la 1. Para las aves invernantes, el nivel mejor representado fue el 2 seguido del 3 para San Ignacio; La Purísima presentó un número mayor en el nivel 3 y luego en el 2.

Con respecto al número de capturas por tipo de vegetación se puede observar que en el palmar de La Purísima fue donde se capturaron el mayor número de aves tanto residentes como invernantes (Fig. 7a). Para la vegetación de carrizal, nuevamente en La Purísima se capturaron una gran cantidad de aves residentes e invernantes seguida por San José y San Ignacio, respectivamente (Fig. 7b). En la vegetación correspondiente a matorral perturbado Punta San Pedro fue el oasis donde se atraparon más aves residentes e invernantes (Fig. 7c). En los cultivos abandonados el mayor número de capturas para los dos grupos de aves se realizó en La Purísima (Fig. 7d).

### Discusión y conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se demuestra una clara independencia de los datos entre las categorías I y II de observaciones focales de aves. Ello sugiere que la información generada con los registros instantáneos es adecuada para estudios de uso del hábitat en este tipo de ambientes.

Los oasis de Baja California Sur son ambientes donde las aves pueden encontrar refugio y alimento, durante todo el año. La vegetación de palmar-carrizal que ahí se encuentra puede ser vital para especies que han viajado cientos de kilómetros (aves migratorias), y que necesitan hacer una escala para descansar y reabastecer sus reservas grasas gastadas durante el viaje. En este caso se ha determinado que las especies invernantes muestran cierta plasticidad en sus hábitos alimentarios explotando los recursos más abundantes *i.e.* semillas, frutos, insectos, etc. (Lefebvre *et al.* 1994), sin establecer casi ningún tipo de competencia con las aves residentes; es decir, la conducta de forrajeo de las especies residentes no debería verse afectada por la llegada de las especies invernantes (ver Wagner 1981). Al haber recursos más limitados en el ambiente durante la temporada de invierno, las especies residentes en B.C.S. se vuelven más generalistas reflejándose esto en el uso de un mayor número de plantas. Este mayor número de plantas utilizadas se puede explicar por: 1) la llegada de las especies invernantes y 2) por un decremento en la abundancia de recursos. Sin embargo, un hecho es que las palmas y el carrizo siguen siendo las de mayor uso. En el matorral xerófilo aparentemente hay una mayor diversidad de plantas, pero las más utilizadas sobre todo para forrajear, son el cardón, el palo adán y el torote, tanto para especies residentes como para invernantes.



**Figura 7.-** Aves residentes e invernantes capturadas por oasis: a) en el palmar; b) en el carrizal, c) en el matorral perturbado y d) en cultivos abandonados.

Se ha estudiado la calidad atractiva que tienen los mezquites para los insectos, y se ha encontrado que en esta especie se crean sistemas complejos de hasta 200 especies de insectos herbívoros y depredadores (Cates y Rhoades 1977, Leakey y Last 1980). Estos datos también concuerdan con los resultados obtenidos en el capítulo 7 de este libro. Particularmente, este aspecto se denota mucho más en el arroyo, tanto en invierno como en verano, donde la abundancia del mezquite es mucho mayor, al igual que la vinorama con características similares a las del mezquite, por lo que nos haría pensar que estas dos especies de plantas a su vez pueden ser atractivas también para las aves.

Los métodos de seguimientos focales de aves y de plantas utilizados en nuestro trabajo se complementan muy bien, lo que permite afirmar que los resultados en

este estudio son muy semejantes a lo que realmente se presenta en la comunidad. Cabe resaltar que la metodología de observaciones focales de plantas no ha sido ampliamente utilizada, por lo que proponemos una valoración en su utilización dado que la información obtenida muestra correctamente los patrones de uso en la comunidad, al menos en la desértica y la asociada a los oasis.

Los resultados obtenidos con respecto a las diferencias entre aves residentes e invernantes, demuestran que las especies residentes tienen niveles más bajos de grasa que las especies migratorias, lo cual quiere decir que, en efecto, dichos oasis funcionan como sitios de reabastecimiento y/o de preparación para la migración. La Purísima, San Ignacio y San José, son los sitios donde más aves se capturaron, lo cual nos podría indicar que existe una mayor cantidad de recursos en los mismos; por ejemplo, La Purísima es un ambiente muy atractivo sobre todo para especies invernantes, porque inmersos dentro del palmar se encuentran cultivos y huertas que representan fuentes adicionales y concentradas de ciertos alimentos. En San Ignacio y La Purísima, en febrero y marzo, se puede observar que las especies residentes se quedan en la misma categoría de grasa, mientras que para las especies invernantes existe una tendencia a incrementar el nivel de grasa conforme transcurre el invierno, lo que nos indica que estos sitios funcionan como escalas y que las aves se están preparando para el regreso a sus sitios de reproducción. La vegetación de matorral y la de arroyo pueden funcionar como corredores para que las aves lleguen a los sitios de escala y posteriormente puedan continuar su migración. Pensamos que en este caso, los oasis de la Península funcionan para las aves como escalas ("stopovers"), pero no en el sentido en que ocurre en los grandes desiertos o en las zonas tropicales donde las barreras ecológicas son drásticas, *i.e.* el desierto del Sahara y el Golfo de México en el sureste del país. El matorral sarcocaulé, del desierto xerófilo de la Península, ofrece una variedad de recursos en el matorral mismo y en los arroyos, recursos que no están disponibles en las barreras geográficas antes mencionadas. Por ello consideramos que el estrés durante la migración a través de la Península debe de ser menor a lo largo de esta ruta.

Consideramos que las especies vegetales que más influyen en la comunidad de aves residentes e invernantes son las palmas, el carrizo, el cardón, el palo adán, el torote, los mezquites y la vinorama. Concluimos que los oasis sí funcionan como sitios de escala y de invernada para las especies migratorias, quienes dentro de los oasis utilizan las mismas plantas que las especies residentes, mientras que fuera del oasis utilizan las dos especies de mezquites.

Proponemos que se realicen estudios más intensivos de anillamiento, sobre todo durante los meses de febrero y marzo, para establecer de una manera más clara la ruta que siguen las especies invernantes a lo largo de la Península y así poder proponer posteriormente planes de manejo y conservación para estos sitios.

### Agradecimientos

Queremos agradecer la entusiasta e invaluable ayuda en el trabajo de campo de Abelino Cota y de Guillermo Blanco, además de todas aquellas personas que nos ayudaron desinteresadamente en todos y cada uno de los sitios en los que trabajamos. Parte de este trabajo recibió apoyo por el premio E. Alexander Memorial Research Award, de la Association of Field Ornithologists, Inc.

### Literatura citada

- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior sampling methods. *Behaviour* 49:227-267.
- Biebach, H. 1995. Stopover of migrants flying across the Mediterranean Sea and the Sahara. *Israel Journal of Zoology* 41:387-392.
- Blem, C.R. 1980. The energetics of migration. En: *Animal migration, orientation and navigation*. Gauthreaux, S.A. (Ed.) Academic Press. Nueva York. 175-224.
- Brennan, L.A., W. M. Block y R.J., Gutierrez. 1987. Habitat use by Mountain Quail in Northern California. *Condor* 89:66-74.
- Bryan, A.L. Jr., M.C. Coulter y C.J. Pennycuik. 1995. Foraging strategies and energetic costs of foraging flights by breeding woodstorks. *Condor* 95(1):133-140.
- Brooker, M.G., R.W. Braithwaite y J.A. Estbergs. 1990. Foraging Ecology of some insectivorous and nectarivorous species of birds in forests and woodlands of the wet-dry tropics of Australia. *Emu* 90:215-230.
- Cates, R.G. y D.F. Rhoades. 1977. *Prosopis* leaves as a resource for insects. En: *Mesquite: its biology in two desert scrub ecosystems*. B.B. Simpson (Ed.) Hutchinson and Ross. Stroudsburg, Pa. Dowden. 61-83.
- Chavez-Ramírez, F. y R.D. Slack. 1994. Effects of avian foraging and post-foraging behavior on seed dispersal patterns of Ashe juniper. *Oikos* 71:40-46.
- Everitt, B.S. 1980. *The analysis of contingency tables*. Ed. John Wiley & Sons, Nueva York, E.U.A. 127 pp.
- Fasola, M. y F. Fraticelli. 1990. Non-competitive habitat use by foraging passerine birds during spring migrations. *Ethology, Ecology and Evolution* 2:363-371.

- Fowler, J. y L. Cohen. 1995. Practical statistics for field biology. Ed. John Wiley & Sons. Nueva York. E.U.A. 227 pp.
- Greenberg, R. 1992. Forest migrants in non-forest habitats on the Yucatan Peninsula. En: Ecology and conservation of neotropical landbirds. Hagan III, J.M. y D.W. Johnston (Eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. 273-286.
- Heredia, B., J.C. Alonso y F. Hiraldo. 1991. Space and habitat use by Red Kites *Milvus milvus* during winter in the Guadalquivir marshes: a comparison between resident and wintering populations. Ibis 133:374-381.
- Herrera, C.M. 1978. On the breeding distribution pattern of european migrant birds: Mac Arthur's theme reexamined. Auk 95:496-509.
- Hutto, R.L. 1985. Habitat selection by non-breeding, migratory land birds. En: Habitat selection in birds. Cody, M.L (Ed.) Academic Press. Orlando, Florida. 455-476.
- 1992. Habitat distributions of migratory species in western Mexico. En: Ecology and conservation of neotropical landbirds. Hagan III, J.M. y D.W. Johnston (Eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. 221-239.
- Kirk, D.A. y D.C. Houston. 1995. Social dominance in migrant and resident turkey vultures at carcasses: evidence for a despotic distribution?. Behavioral Ecology and Sociobiology 36:323-332.
- Krebs, J.R. y N.B. Davies. 1981. Economic decisions and the individual. En: An introduction to behavioural ecology. Krebs, J.R. y N.B. Davies (Eds.) Blackwell Scientific Publications. Londres. 49-68.
- Kuenzi, A.J., F.R. Moore y T.R. Simons. 1991. Stopover of neotropical landbird migrants on the East Ship Island following trans-Gulf migration. Condor 93(4):869-883.
- Landres, P.B. y A.J. Macmahon. 1980. Guilds and community organization: Analysis of an oak woodland avifauna in Sonora, Mexico. Auk 97:351-365.
- Leakley, R.R.B. y F.T. Last. 1980. Biology and potential of *Prosopis* species in arid insects. American Naturalist 118:317-338.
- Lefebvre, G., B. Poulin y R. McNeil. 1994. Temporal dynamics of mangrove bird communities in Venezuela with special reference to migrant warblers. Auk 111(2):405-415.
- Lindström, Å. 1995. Stopover ecology of migrating birds: Some unsolved questions. Israel Journal of Zoology 41:407-416.

- Lyons, J.E. y S.M. Haig. 1995. Fat content and stopover ecology of spring migrant semipalmated sandpipers in South Carolina. *Condor* 97:427-437.
- Loria, D.E. y F.R. Moore. 1990. Energy demands of migration on red-eyed vireos, *Vireo olivaceus*. *Behaviour Ecology* 1(1):24-35.
- Martin, J. 1988. Different feeding strategies of two sympatric hummingbird species. *Condor* 90:233-236.
- Moore, F. y P. Kerlinger. 1987. Stopover and fat deposition by North American wood warblers (Parulinae) following spring migration over the Gulf of Mexico. *Oecologia* 74(1):47-54.
- , P. Kerlinger y T.R. Simons. 1990. Stopover on a Gulf coast barrier island by spring trans-Gulf migrants. *Wilson Bulletin* 102(3):487-500.
- y W. Yong. 1991. Evidence of food-based competition among passerine migrants during stopover. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 28:85-90.
- y T.R. Simons. 1992. Habitat suitability and stopover ecology of neotropical landbird migrants. En: *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds*. Hagan III, J.M. y D.W. Johnston (Eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. 345-355.
- Morris, S.R., D.W. Holmes y M.E. Richmond. 1995. A ten-year study of the stopover patterns of migratory passerines during fall migration on Appledore Island, Maine. *Condor* 98(2):395-409.
- Petit, R.D., L.J. Petit y K.G. Smith. 1992. Habitat associations of migratory birds overwintering in Belize, Central America. En: *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds*. Hagan III, J.M. y D.W. Johnston (Eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. 247-256.
- Poulin, B. y G. Lefebvre. 1996. Dietary relationships of migrant and resident birds from a humid forest in Central Panama. *Auk* 113(2):277-287.
- Rappole, J.H., E.S. Morton y M.A. Ramos. 1992. Density, philopatry and population estimates for songbird migrants wintering in Veracruz. En: *Ecology and conservation of neotropical migrant landbird*. Hagan III, J.M. y D.W. Johnston (Eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. 337-344.
- , J.H., E. S. Morton; T.E. Lovejoy III y J.L. Ruos. 1993. *Aves migratorias Neárticas en los Trópicos*. Conservation and Research Center, National Zoological Park, Smithsonian Institution Press. Washington. 341 pp.

- Rodríguez-Estrella, R. 1993. Ecología trófica y reproductiva de seis especies de aves rapaces en la Reserva de la Biósfera de Mapimí, Durango, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 224 pp.
- Rogers, C.M. 1991. An evaluation of the method of estimating body fat in birds by quantifying visible subcutaneous fat. *Journal of Field Ornithology* 62(3):349-356.
- Safriel, U.N. 1995. The evolution of Palearctic migration - The case for southern ancestry. *Israel Journal of Zoology* 41:417-431.
- Sodhi, N. S. y C. A. Paszkowski. 1995. Habitat use of parulid warblers in a second-growth forest. *Journal of Field Ornithology* 66(2):277-288.
- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. Ed. W.H. Freeman and Company. Nueva York. E.U.A. 859 pp.
- Thiollay, J.M. 1984. Stratégie d'exploitation de milieux désertiques chez la Crécerelle américaine, *Falco sparverius* L. *Oecologia Generalis* 5(3): 261-283.
- Timonen, S., M. Mönkkönen, y M. Orell. 1994. Does competition with residents affect the distribution of migrant territories?. *Ornis Fennica* 71:50-60.
- VanderWerf, E.A. 1993. Scales of Habitat Selection by Foraging Elepaio in undisturbed and human-altered forests in Hawaii. *Condor* 95:980-989.
- 1994. Intraspecific variation in Elepaio foraging behavior in Hawaiian forests of different structure. *Auk* 111(4):917-932.
- Van Tyne, J., y A.J. Berger. 1976. Migration. En: *Fundamentals of Ornithology*. John Wiley & Sons. Nueva York. 333-380.
- Villard, P. 1994. Foraging behavior of Black-backed and Three-toed woodpeckers during spring and summer in a Canadian boreal forest. *Canadian Journal of Zoology* 72:1957-1959.
- Villaseñor, J.F. y R.L. Hutto. 1995. The importance of agricultural areas for the conservation of neotropical migratory landbirds in western Mexico. En: *Conservation neotropical migratory birds in Mexico*. Wilson, M. H. y S. A. Sader (Eds.) Agricultural and Forest Experiment Station Misc Publ 727. Maine, E.U.A. 59-80.
- Wagner, J. 1981. Seasonal change in guild structure; oak woodland insectivorous birds. *Ecology* 62(4):973-981.



- Weisbrod, A.R., C.J. Burnett, J.G. Turner y D.W. Warner. 1993. Migrating birds at a stopover site in the Saint Croix River Valley. *Wilson Bulletin* 105(2):265-284.
- Wheelwright, N.T. 1991. How long do fruit-eating birds stay in the plants where they feed?. *Biotropica* 23(1):29-40.
- Wiedenfeld, D.A. 1992. Foraging in temperate and tropical-breeding and wintering males yellow warblers. En: *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds*. Hagan III, J.M. y D.W. Johnston (Eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. 321-328.
- Wiens, J.A., B. Van Horne y J.T. Rotenberry. 1987. Temporal and spatial variations in the behavior of shrubsteppe birds. *Oecologia* 73:60-70.
- Winker, K. 1995a. Neotropical stopover sites and middle american migrations: The view from southern Mexico. En: *Conservation neotropical migratory birds in Mexico*. Wilson, M. H. y S. A. Sader (Eds.) Agricultural and Forest Experiment Station Misc Publ 727. Maine, E.U.A. 150-163.
- , 1995b. Autumn stopover on the Isthmus of Tehuantepec by woodland nearctic-neotropic migrants. *Auk* 112(3):690-700.
- , D.W. Warner, y A.R. Weisbrod. 1992. The northern waterthrush and Swainson's thrush as transients at a temperate inland stopover site. En: *Ecology and conservation of neotropical migrant landbirds*. Hagan III, J.M. y D.W. Johnston (Eds.) Smithsonian Institution Press. Washington. 384-402.
- Yom-Tov, Y. 1993. The importance of stopover sites in deserts for Palearctic migratory birds. *Israel Journal of Zoology* 39:271-273.
- 1995. Possible effect of competition with migrants on clutch size in desert and nondesert passerines. *Israel Journal of Zoology* 41:433-442.
- Yong, W. y F.R. Moore. 1993. Relation between migratory activity and energetic condition among thrushes (Turdinae) following passage across the Gulf of Mexico. *Condor* 95:934-943.

**Apéndice 1.** Relación de ausencia-presencia de aves observadas con las técnicas de seguimientos focales de aves y de plantas, en los cinco oasis.

Sp. Ave	Abr	Slv	Slv	Sli	Sli	Sli	PUi	PUi	PUi	Plv	Plv	Plv	Pli	Pli	Pli	SPv	SPv	SPi	SPi	SJv	SJi	
	Pal	Mat	Pal	Mat	Arr	Pal	Mat	Arr	Pal	Mat	Arr	Pal	Mat	Arr	Pal	Mat	Pal	Mat	Pal	Mat	Pal	
<i>Amphispiza bilineata</i>		x			x	x							x									
<i>Apheloma coerulescens</i>						x	x	x					x								x	
<i>Archilochus alexandri</i>		x	x																			
<i>Auriparus flaviceps</i>		x	x	x	x	x	x	x			x		x	x	x		x	x	x			
<i>Bombycilla cedrorum*</i>							x															
<i>Callipepla californica</i>				x		x		x													x	
<i>Calypte costae</i>					x	x		x	x				x		x					x	x	x
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x
<i>Cardinalis cardinalis</i>							x	x	x								x	x	x	x	x	x
<i>Cardinalis sinuatus</i>																						
<i>Carpodacus mexicanus</i>			x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x					x	x	x
<i>Ceryle alcyon*</i>							x															
<i>Chondestes grammacus*</i>																					x	
<i>Cistothorus palustris*</i>				x																		
<i>Colaptes auratus</i>			x				x	x			x						x	x	x	x		x
<i>Columbina passerina</i>		x		x													x		x		x	
<i>Columbina talpacoti</i>																	x					
<i>Dendroica coronata*</i>				x			x						x	x								x
<i>Dendroica petechia*</i>				x				x					x									x
<i>Empidonax difficilis</i>							x		x											x		
<i>Empidonax wrightii*</i>									x													
<i>Geococcyx californianus</i>																		x			x	
<i>Geothlypis beldingi</i>		x					x										x		x		x	x
<i>Geothlypis trichas*</i>				x			x						x									x
<i>Hylocharis xantusii</i>			x	x			x	x	x	x			x	x			x		x		x	x
<i>Icterus cucullatus</i>		x	x	x			x	x	x	x	x						x		x	x	x	x
<i>Icterus parisorum</i>				x	x					x							x		x	x	x	x
<i>Icteria virens</i>		x					x		x													
<i>Lanius ludovicianus</i>									x		x				x							
<i>Melanerpes uropygialis</i>		x	x	x		x	x	x		x			x	x			x	x	x	x	x	x
<i>Melospiza lincolni*</i>					x																	
<i>Melospiza melodia</i>		x		x																		
<i>Mimus polyglottos</i>							x	x	x											x	x	
<i>Mniotilta varia*</i>																						
<i>Myiarchus cinerascens</i>			x		x	x		x	x		x	x		x	x					x	x	x
<i>Passerina amoena*</i>							x															
<i>Passerina versicolor</i>																						
<i>Phainopepla nitens</i>						x			x	x												
<i>Pheucticus melanocephalus*</i>							x														x	x
<i>Picoides scalaris</i>			x		x	x	x	x	x		x										x	x
<i>Pipilo chlorurus*</i>																						
<i>Pipilo fuscus</i>							x															
<i>Polioptila caerulea</i>				x	x	x		x	x													
<i>Polioptila californica</i>		x	x	x	x	x		x	x												x	x
<i>Pyrocephalus rubinus</i>																						x
<i>Regulus calendula*</i>																						
<i>Salpinctes obsoletus</i>								x														
<i>Sayornis nigricans</i>				x			x		x		x	x	x	x								
<i>Sayornis saya*</i>							x															
<i>Seiurus noveboracensis*</i>				x																		
<i>Spizella breweri*</i>									x												x	
<i>Toxostoma cinereum</i>			x			x	x	x	x	x											x	
<i>Troglodytes aedon*</i>				x			x	x	x													x
<i>Tyrannus vociferans*</i>							x	x													x	x
<i>Vermivora celata*</i>				x																		x
<i>Vireo bellii*</i>																						
<i>Vireo vicinior*</i>							x	x	x	x											x	
<i>Wilsonia pusilla*</i>							x	x	x												x	x
<i>Zenaida asiatica</i>		x	x	x	x		x	x	x		x	x	x				x	x	x	x	x	x
<i>Zenaida macroura</i>																						x
<i>Zonotrichia leucophrys*</i>																						x

SI=San Ignacio, PU= Purísima, PI=El Pilar, SP=Punta San Pedro y SJ=San José del Cabo. v=verano, i=invierno. Pal=Palmar-Carrizal, Mat=Matorral y Arr=Arroyo. \*=especies invernantes. Abr.=Abreviaturas empleadas

## Apéndice 2. Frecuencias de aves observadas y esperadas de las observaciones focales de plantas.

Sp. planta	Palmar Verano n=68		Matorral Verano n=11		Matorral Invierno n=12		Arroyo Invierno n=22	
	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%
Candelilla			9.09	5.09			0	2.77
Cardón					16.67	14		
Carrizo	2.94	2.31						
Clavellina					0	1.75	0	2.77
Cholla			0	2.55	0	3.5	0	4.18
Gallinita							0	1.41
Gobernadora			9.09	17.91	0	3.5	0	9.73
Hierba flecha							0	1.41
Lomboy			0	5.09			31.82	12.5
Mariola					0	3.5	0	2.77
Matacora			0	2.55	0	8.75	0	1.41
Mezquite 1	10.29	3.85			16.67	5.08	31.82	27.77
Ojo de Pajaro							0	5.55
Otatave							13.64	2.77
Palma datil	61.76	57.69						
Palma hoja	17.65	28.46						
Palo adán			63.64	28.18	58.33	15.75	0	1.41
Palo blanco							4.55	2.77
Palo fierro 1			9.09	5.09			9.09	2.77
Palo fierro 2							0	4.18
Palo verde			0	2.55	8.33	8.75	4.55	6.91
Pitaya agria			0	2.55	0	7	0	1.41
Pitaya dulce					0	8.75		
Salvia							0	2.77
Torote			9.09	28.18	0	8.75	4.55	2.77
Vinorama	7.35	7.69						

Sp. planta	Palmar Invierno n=123		Matorral Invierno n=31		Arroyo Invierno n=38	
	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%
Aguacate	2.44	1.97				
Cardón			0	13.97		
Carrizo	4.07	7.24				
Casa de Cochi			0	2.94	2.63	1.49
Clavellina			0	1.47		
Chamizo			0	2.94	5.26	5.97
Chicura			0	3.68		
Cholla			3.23	6.62	0	2.99
Dais 1					0	4.48
Garambullo			3.23	1.47		
Gobemadora			25.81	10.29	0	1.49
Guayaba	1.63	0.66				
Lomboy			3.23	2.21	0	7.46
Malva rosa			0	2.94	0	2.99
Mariola					0	1.49
Matacora			3.23	11.03		
Mezquite 1	4.88	3.95	3.23	3.68	50	40.29
Mezquite 2			29.03	8.09	0	1.49
Naranja	7.32	4.61				
Otatave					0	2.99
Palma datil	75.61	69.08				
Palma hoja	3.25	10.53				
Palo San Juan					2.63	1.49
Palo adán			25.81	9.56		
Palo brea					15.79	7.46
Palo verde			0	6.62	18.42	8.96
Pitaya agria			0	4.41		
Pitaya dulce			3.23	4.41		
Salvia					0	1.49
Torote			0	3.68		
Vinorama	0.81	1.97			5.26	4.48
Yuca 2					0	2.99

**Apéndice 2 (continuación)**

**San José del Cabo**

Sp. planta	Palmar Verano n=76		Palmar Invierno n=28	
	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%
Alamo	2.63	0.93		
Carrizo	1.32	1.87		
Guamúchil	5.26	6.54	32.13	14.63
Mango	3.95	2.8		
Mezquite 1	1.32	2.8		
Palma datil	1.32	2.8		
Palma hoja	80.26	79.44	67.86	85.37
Vinorama	3.95	2.8		

**El Pilar**

Sp. planta	Palmar Invierno n=8		Matorral Invierno n=5		Arroyo Invierno n=15	
	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%
Cardón			0	10.71		
Clavellina					0	1.79
Cuerno					0	5.36
Cholla			0	8.93	0	3.57
Frutilla					0	1.79
Gobernadora			0	12.5	0	1.79
Guaje	0	2.04				
Guamúchil	25	4.08				
Guatamote					6.67	7.14
Guayaba	0	2.04				
Hierba flecha					6.67	8.93
Huisache					6.67	1.79
Incienso					0	1.79
Liga			0	1.79		
Lomboy			0	5.36	0	8.93
Mariola			20	1.79		
Matacora			0	12.5		
Mezquite 1					33.33	26.76
Mezquite 2			0	1.79		
Naranja	12.5	4.08				
Otatave					0	8.93
Palma datil	62.5	32.65				
Palma hoja	0	55.1				
Palo adán			40	21.43		
Palo colorado					0	1.79
Palo estaca			0	1.79		
Palo fierro 1			20	10.71		
Palo verde					0	1.79
Pimentilla					0	1.79
Pitaya agria			0	5.36		
Sauce					6.67	1.79
Torote			20	5.36		
Vinorama					40	14.29

## Apéndice 2. (continuación)

Sp. planta	Palmar Invierno n=46		Matorral Invierno n=28	
	avesobs%	avesesp%	avesobs%	avesesp%
Alfilerillo 2			0	0.84
Cardón			0	9.24
Casa de Cochi			3.57	1.68
Celosa	0	1.12		
Ciruelo			0	2.52
Cholla			0	7.56
Dais 2			0	0.84
Frutilla			0	0.84
Garambulló			0	1.68
Guamúchil	0	1.12		
Hibiscus			3.57	1.68
Hierba flecha			0	0.84
Jacobinia			10.71	3.36
Jojoba			0	1.68
Liga			0	2.52
Lomboy			10.71	11.76
Malva lanosa			0	0.84
Malva rosa			3.57	4.2
Mariola			3.57	6.72
Mezquite 1	8.69	4.49		
Palma coquera	0	4.49		
Palma datil	50	23.59		
Palma hoja	41.3	65.17		
Palo adán			28.57	9.24
Palo colorado			0	2.52
Palo estaca			3.57	1.68
Pimentilla			0	2.52
Pitaya agria			7.14	5.88
Pitaya dulce			7.14	5.04
San Miguel			3.57	3.36
Tabardillo			0	0.84
Torote			14.29	5.88
Vinorama			0	1.68
Yuca 1			0	1.68
Yuca 2			0	0.84

n=número de observaciones de aves

### Apéndice 3. Plantas observadas en 5 oasis de B.C.S. (Seguimientos focales de plantas).

Nombre común	Nombre científico	Familia
Chamizo	<i>Jacobinia spicigera</i>	Acanthaceae
Yuca 1	<i>Ruellia peninsularis</i>	Acanthaceae
Ciruelo	<i>Yucca valida</i>	Agavaceae
Mango	<i>Cyrtocarpa edulis</i>	Anacardiaceae
Otatave	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
Palma coquera	<i>Vallesia glabra</i>	Apocynaceae
Palma datilera	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae
Palma de hoja	<i>Phoenix dactylifera</i>	Arecaceae
Cuerno	<i>Washingtonia robusta</i>	Arecaceae
Torote	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Asclepiadaceae
Jojoba	<i>Bursera microphyla</i>	Burseraceae
Garambullo	<i>Simmondsia chinensis</i>	Buxaceae
Cholla	<i>Lophocereus schottii</i>	Cactaceae
Clavellina	<i>Opuntia cholla</i>	Cactaceae
Cardón	<i>Opuntia molesta</i>	Cactaceae
Pitaya agria	<i>Pachycereus pringlei</i>	Cactaceae
Pitaya dulce	<i>Stenocereus gummosus</i>	Cactaceae
Palo San Juan	<i>Stenocereus thurberi</i>	Cactaceae
Malva rosa	<i>Forchammeria watsonii</i>	Capparidaceae
Chicura	<i>Melochia tomentosa</i>	Celastraceae
Guatamote	<i>Ambrosia bryanii</i>	Compositae
Incienso	<i>Baccharis sarathroides</i>	Compositae
Yuca 2	<i>Encelia farinosa</i>	Compositae
Pimentilla	<i>Merremia aurea</i>	Convolvulaceae
Malva lanosa	<i>Adelia virgata</i>	Euphorbiaceae
Liga	<i>Craton caboensis</i>	Euphorbiaceae
Lomboy	<i>Euphorbia misera</i>	Euphorbiaceae
Matacora	<i>Jatropha cinerea</i>	Euphorbiaceae
Candelilla	<i>Jatropha cuneata</i>	Euphorbiaceae
Hierba flecha	<i>Pedilanthus macrocarpus</i>	Euphorbiaceae
Palo Adán	<i>Sapium binoculare</i>	Euphorbiaceae
Carrizo	<i>Fouquieria diguetii</i>	Fouquieriaceae
Salvia	<i>Phragmites communis</i>	Gramineae
Aguacate	<i>Hyptis emoryi</i>	Labiatae
Huisache	<i>Persea americana</i>	Lauraceae
Vinorama	<i>Acacia brandegeana</i>	Leguminosae
Dais 2	<i>Acacia farnesiana</i>	Leguminosae
Palo estaca	<i>Acacia goldmanii</i>	Leguminosae
Tabardillo	<i>Caesalpinia pannosa</i>	Leguminosae
Palo verde	<i>Calliandra californica</i>	Leguminosae
Palo brea	<i>Cercidium floridum</i>	Leguminosae
Dais 1	<i>Cercidium praecox</i>	Leguminosae
Guaje	<i>Desmanthus fruticosus</i>	Leguminosae
Palo blanco	<i>Leucaena microcarpa</i>	Leguminosae
Celosa	<i>Lysiloma candida</i>	Leguminosae
Palo fierro 1	<i>Mimosa xantii</i>	Leguminosae
Palo fierro 2	<i>Olneya tesota</i>	Leguminosae
Guamúchil	<i>Pithecelobium confine</i>	Leguminosae
Mezquite 1	<i>Pithecelobium dulce</i>	Leguminosae
Mezquite 2	<i>Prosopis articulata</i>	Leguminosae
Ojo de pájaro	<i>Prosopis palmeri</i>	Leguminosae
Gallinita	<i>Rhynchosia pyramidalis</i>	Leguminosae
Guayaba	<i>Mascagnia macroptera</i>	Malpighiaceae
San Miguel	<i>Hibiscus ribifolius</i>	Malvaceae
Palo colorado	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae
Casa de Cochi	<i>Antigonon leptopus</i>	Polygonaceae
Alfilerillo 2	<i>Colubrina glabra</i>	Rhamnaceae
Naranja	<i>Condalia globosa</i>	Rhamnaceae
Alamo	<i>Condaliopsis rigida</i>	Rhamnaceae
Sauce	<i>Citrius sinensis</i>	Rutaceae
Fruilla	<i>Populus brandegeei</i>	Salicaceae
Mariola	<i>Salix sp.</i>	Salicaceae
Gobernadora	<i>Lycium sp.</i>	Solanaceae
	<i>Solanum hindsianum</i>	Solanaceae
	<i>Larrea tridentata</i>	Zygophyllaceae

#### Apéndice 4. Plantas observadas en 5 oasis de B.C.S. (Seguimientos focales de aves)

Nombre común	Nombre científico	Familia
Agave datilillo	<i>Agave datylio</i>	Agavaceae
Sábila	<i>Aloe vera</i>	Amarillidaceae
Mangle	<i>Maytenus phyllantoides</i>	Celastraceae
Romerillo	<i>Haplopappus sonorensis</i>	Compositae
Tacote	<i>Viguiera deltoidea</i>	Compositae
Manto	<i>Ipomea sp.</i>	Convolvulaceae
Melón de Coyote	<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae
Casahui	<i>Krameria grayi</i>	Krameriaceae
Limón	<i>Citrus limon</i>	Rutaceae
Lima	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae
Tabaquillo	<i>Nicotiana glauca</i>	Solanaceae
Jitomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	Solanaceae
Tule	<i>Typha dominguensis</i>	Typhaceae

Nota: Las otras plantas están incluidas en la lista de seguimientos focales de plantas

Ab(13)  
 Cbr(17)Cau(7) Icu(35) Ipar(15)Mar(38) Mpo(7)Sni(7)

Gbe(12)

## CAPITULO 13

### MAMIFEROS

*SERGIO ALVAREZ, PATRICIA GALINA y GUSTAVO ARNAUD*

#### Resumen

Se analizó la riqueza específica y la abundancia relativa de los mamíferos en los oasis, encontrando que cerca del 65 % de las especies que constituyen la fauna mastozoológica de Baja California Sur incluye a estos oasis dentro de su área de distribución. Veintinueve especies fueron registradas dentro de los oasis, incluyendo el cuerpo de agua y la vegetación asociada, así como fuera de ellos, hasta dos kilómetros de distancia, con matorral desértico o selva baja. La mayoría de las especies pueden encontrarse tanto dentro como fuera de los oasis, sin embargo, los mamíferos más especializados para la vida desértica habitan fuera de los oasis. San Ignacio con el mayor cuerpo de agua presentó el mayor número de especies, mientras que San Juan Bautista Londo sin agua superficial tuvo la menor riqueza específica. Los oasis estudiados parecen no tener un papel determinante en la distribución actual de los mamíferos de la Península. No se encontró ninguna especie confinada o con adaptaciones para vivir exclusivamente en estos ambientes mésicos, sin embargo, algunas especies prefieren estos lugares ya que en ellos encuentran una mayor variedad alimenticia. La conservación y rehabilitación de los oasis es necesaria por su papel como refugios faunísticos para Baja California Sur.

#### Abstract

We analyzed the species richness and relative abundance of mammals in the oases of Baja California Sur finding nearly 65% of the recorded species for Baja California Sur include these oases within their distributional range. Twenty-nine species were recorded in the oases, including the water body and associated vegetation, and outside them, up to two kilometers into desert scrub or dry tropical forest. Most the species move into and out of the oases, however, the most specialized desert mammals live outside the oases. San Ignacio, with the largest water body, had the highest species richness, whereas San Juan Bautista Londo without a surface water source had the lowest species richness. The oases do not seem to have a determinant role in the mammal distribution in the Baja California Peninsula. No confined species or species with adaptations to live exclusively in the oasis was found. However, some species prefer these places because they find the longest variety of food. Conservation and rehabilitation of the oases is important for their role as faunistic refuges in Baja California Sur.



## **Introducción**

La ubicación y la forma característica de las penínsulas afecta la dispersión de las especies, experimentándose procesos de migración, colonización y extinción diferentes a los que se presentan en las islas o los continentes (Due y Polis 1986). La diversidad y la distribución de la fauna de la península de Baja California ha representado el punto focal de diversos estudios biogeográficos y un reto para muchos investigadores que han tratado de explicar tales patrones en las especies peninsulares, debido a su posición intermedia entre las formas continentales y las insulares. De tal forma, la Península ha sido objeto de diversos estudios que analizan entre otras, las teorías de extinción-recolonización y efecto peninsular, para tratar de explicar los patrones de distribución y diversidad de las especies (Taylor y Regal 1978, Seib 1980, Lawlor 1983, Busack y Hedges 1984).

Los diferentes eventos ocurridos a lo largo de la historia geológica de la Península (Gastil y Jensky 1973, Murphy 1983), y los diversos cambios climáticos, que han propiciado transformaciones ecológicas radicales, principalmente en la vegetación (Axelrod 1979, Murphy 1983), dieron origen a algunos ambientes méxicos disyuntos, varios de los cuales aún permanecen en la actualidad, principalmente en las tierras altas de las montañas y en los oasis (Grismer y McGuire 1993). Dichos sitios se han constituido como refugios para diversos grupos faunísticos no bien adaptados a los ambientes áridos, de tal forma que ciertas especies que se encuentran distribuidas a lo largo de la Península están restringidas a esos hábitats méxicos; otras presentan una distribución relictica, limitando su distribución actual sólo a alguno de esos sitios, o a una región particular como una fracción del área geográfica que antiguamente ocupaban.

El número de especies en una localidad es una función de la complejidad del hábitat, la disponibilidad de alimento, y tal vez de los eventos históricos de colonización/extinción. Las especies son abundantes, comunes o raras según la disponibilidad de microhábitats y la presencia de otras especies (Price 1986). El objetivo de este trabajo es determinar la composición de la mastofauna, estableciendo la riqueza específica y la frecuencia de ocurrencia de los mamíferos en el área de influencia de los oasis, observando si las características con diverso grado de humedad de estos sitios influyen en la distribución de las especies. Se espera que la riqueza específica y la frecuencia de ocurrencia de las especies más adaptadas a los ambientes áridos sea mayor al exterior de los oasis, mientras que otras variarían de acuerdo con la proximidad al cuerpo de agua.

## **Antecedentes**

La fauna mastozoológica de Baja California Sur, incluyendo el área peninsular y las islas, está compuesta por sesenta y cuatro especies: dos insectívoros, diecisiete quirópteros, cinco lagomorfos, veintisiete roedores, doce carnívoros y tres artiodactylos. Esta cantidad se incrementa considerablemente si se incluyen las

subespecies, las cuales suman 119 (Hall y Kelson 1959, Huey 1964, Hall 1981, Ramírez-Pulido *et al* 1986 ). No hay estudios que describan la presencia de especies de mamíferos asociados a condiciones méxicas como las que se presentan en los oasis, en la península de Baja California, pero se conoce la distribución relictiva de la musaraña *Sorex ornatus lagunae*, y del ratón de los pinos *Peromyscus truei lagunae*, que habitan bajo condiciones más húmedas en la Sierra de La Laguna, encontrando las poblaciones más cercanas de esas especies a cientos de kilómetros al norte (Orr 1960, Woloszyn y Woloszyn 1982). Asimismo, la rata arrocera *Oryzomys couesi peninsularis*, especie restringida a hábitats húmedos de la Región del Cabo, aparentemente se encuentra ya extinta por la destrucción de su hábitat (Alvarez-Castañeda 1994).

### Métodos

La determinación de la riqueza específica de cada uno de los oasis estudiados se efectuó en forma directa e indirecta, por medio de muestreos nocturnos y diurnos. Se realizaron búsquedas y trampeos para obtener observaciones directas de los animales y registros de todos los tipos de rastros que indicaran la presencia de las diferentes especies, tales como huellas, marcas en la vegetación, excretas, olor, vocalizaciones, restos de animales, etc. No se realizaron muestreos para determinar la densidad poblacional de las diferentes especies, ya que éstos son específicos para cada grupo y por lo general con varios días de duración, por lo cual únicamente se realizaron observaciones y capturas para determinar la presencia o ausencia de las especies, estableciendo su frecuencia de observación en cada uno de los oasis.

En cada oasis, los trampeos nocturnos fueron realizados durante dos noches consecutivas, para tratar de registrar roedores, murciélagos y algunos carnívoros. Para los roedores se utilizaron trampas tipo "Sherman" colocadas en forma espaciada a lo largo de transectos de 100 a 200 m; para los murciélagos se emplearon redes ornitológicas colocadas en sitios específicos, principalmente cruzando cuerpos de agua y a la salida de cuevas u oquedades; y los carnívoros fueron registrados visualmente en recorridos de una a dos horas, o capturados con trampas "Tomahawk" colocadas en diversos sitios. Para el resto de las especies, los muestreos fueron visuales y diurnos, mediante recorridos en forma de transectos de una a dos horas de duración.

Para determinar la presencia-ausencia de especies en cada uno de los oasis, además de los trampeos y observaciones realizadas durante este trabajo, se tomaron en cuenta los registros presentes en la literatura y la información aportada por los lugareños. Se estableció la frecuencia de ocurrencia de las especies registradas durante los muestreos directos e indirectos, según su presencia en el total de individuos registrados. Cada especie quedó referida como: Frecuente, cuando se observaron o capturaron más de diez individuos o se encontraron numerosos rastros. Común, cuando se observaron o capturaron entre tres y diez

individuos, o se encontraron algunos rastros. Poco común, cuando se observaron o colectaron de uno a tres individuos y se encontraron pocos rastros. Raro, cuando se observó o colectó sólo un individuo, sin observar rastros, o bien cuando se encontraron sólo escasos rastros sin observar o capturar ningún individuo. Las especies referidas sólo en la literatura o por los lugareños quedan como indeterminadas.

La información aquí presentada se divide en dos áreas: a) Los oasis como tales, los cuales incluyen el cuerpo de agua y la vegetación asociada y cercana (palmares, tulares, cultivos, etc). b) Las áreas que circundan a los oasis, en una distancia de uno a dos kilómetros, cubiertas con matorral desértico o selva baja en su caso.

## Resultados

Según los registros presentes en la literatura, de las sesenta y cuatro especies de mamíferos distribuidas en Baja California Sur, cuarenta y uno incluyen en su rango de distribución las regiones donde se localizan los oasis (Cuadro 1). Más de la mitad de las especies, nueve murciélagos, los tres lagomorfos, siete roedores, los siete carnívoros y el único artiodáctilo, son de amplia distribución en la Península, se encuentran presentes en todo el Estado y su distribución incluye a todos los oasis estudiados, mientras que pocas especies presentan una distribución limitada, como los roedores *Dipodomys peninsularis* y *Perognathus formosus*, que únicamente se encuentran en la región donde se ubica el oasis de San Ignacio, que es el más norteño; así como *Chaetodipus arenarius* y el murciélago *Myotis evotis*, registrados sólo en dos oasis.

En el Cuadro 1, se señalan también (©) las 29 especies que fueron confirmadas durante este estudio en cada sitio, cuya presencia fue detectada mediante observaciones y muestreos dentro de los oasis y hasta una distancia de alrededor de dos kilómetros.

En los Cuadros 2 y 3 se presentan las especies de mamíferos que fueron localizadas dentro y fuera de los oasis, observándose que en el exterior se registró la mayor cantidad de especies.

La diferencia se dió principalmente dentro del grupo de los roedores, encontrando que los heterómidos (*Dipodomys*, *Chaetodipus* y *Perognathus*) habitan casi exclusivamente en los hábitats más desérticos, mientras que en las áreas más cercanas a los cuerpos de agua y vegetación méstica de los oasis, los cricétidos como *Peromyscus sp.* son más comunes, al igual que la ardilla negra *Spermophilus atricapillus*.

De la misma forma, los lagomorfos (*Sylvilagus* y *Lepus*) estuvieron mejor representados en la parte exterior de los oasis, siendo escasos sus registros dentro de los mismos. Los murciélagos tienen una ocurrencia similar tanto dentro como fuera de los oasis, sin embargo, se observa una mayor presencia de éstos en los

**Cuadro 1.** Especies de mamíferos distribuidos en el área de los Oasis. SI= San Ignacio, SJL= San Juan Londó, LP= San Pedro de la Presa, EP= El Pilar, SP= Punta San Pedro, SB= San Bartolo, S= Santiago, BS= Boca de La Sierra. ® = dentro de su rango de distribución. © = confirmada en el Oasis.

	SI	SJL	LP	EP	SP	SB	S	BS	No. de ®	Oasis ©
<i>Notiosorex crawfordi</i>	®	®	®	®	®	®	®	®	8	-
<i>Balantiopteryx plicata</i>			®	®	®	®	®	®	6	-
<i>Mormoops megalophylla</i>			®	®	®	®	®	®	6	-
<i>Macrotus californicus</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Pteronotus davyi</i>					®	®	®	®	3	-
<i>Antrozous pallidus</i>	®	®	®	®	©	©	©	©	8	4
<i>Natalus stramineus</i>					©	©	©	©	4	4
<i>Eptesicus fuscus</i>	©	®	©	©	®	©	©	©	8	6
<i>Lasiurus blossevillii</i>	®	®	®						3	-
<i>Lasiurus cinereus</i>	®	®	®	®	®	®	®	®	8	-
<i>Myotis californicus</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Myotis evotis</i>	®	®							2	-
<i>Myotis volans</i>			®	®	®	®	®	®	6	-
<i>Myotis yumanensis</i>	®	®	®	®	®	®	®	®	8	-
<i>Pipistrellus hesperus</i>	©	©	®	®	®	®	©	©	8	4
<i>Nyctinomops femorosacus</i>						®	®	©	3	2
<i>Nyctinomops molosa</i>					®	®	®	®	4	-
<i>Tadarida brasiliensis</i>	®	®	©	©	®	©	©	®	8	4
<i>Sylvilagus audubonii</i>	©	©	©	©	®	©	©	®	8	6
<i>Sylvilagus bachmani</i>	©	®	©	©	©	®	®	®	8	4
<i>Lepus californicus</i>	©	©	©	©	©	®	©	®	8	6
<i>Thomomys bottae</i>	©				®	©	©	©	5	4
<i>Ammospermophilus leucurus</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Spermophilus atricapillus</i>	©	®	©						3	2
<i>Dipodomys merriami</i>	©	©	©	©	©	©	©	®	8	7
<i>Dipodomys peninsularis</i>	©								1	1
<i>Chaetodipus arenarius</i>	©								2	2
<i>Chaetodipus baileyi</i>	©	©	©	©	©	©	©	®	8	7
<i>Chaetodipus spinatus</i>	©	®	©	©	©	©	©	©	8	7
<i>Perognathus formosus</i>	®								1	-
<i>Peromyscus eva</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Peromyscus maniculatus</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Neotoma lepida</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Canis latrans</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Bassariscus astutus</i>	©	®	©	©	©	®	®	©	8	5
<i>Procyon lotor</i>	©	®	©	©	©	©	®	©	8	6
<i>Taxidea taxus</i>	®	®	®	®	®	®	®	®	8	-
<i>Spilogale putorius</i>	©	©	©	©	©	©	©	©	8	8
<i>Lynx rufus</i>	©	©	©	©	©	®	©	®	8	6
<i>Odocoileus hemionus</i>	®	®	©	©	®	®	®	©	8	3
No. de especies = 41	34	30	32	31	34	35	35	35		
© = 29	24	15	22	22	19	20	21	19		

**Cuadro 2.** Frecuencia de ocurrencia de los mamíferos registrados dentro de los Oasis. F= frecuente; C= común; P= poco común; R= raro; No= número de oasis. SI= San Ignacio; SJL= San Juan Londo; LP= San Pedro de la Presa; EP= El Pilar; SP= Punta San Pedro; SB=San Bartolo; S=Santiago; BS= Boca de la Sierra.

	SI	SJL	LP	EP	SP	SB	S	BS	No
<i>Macrotus californicus</i>	C	R	C	C		C	F	F	7
<i>Natalus stramineus</i>						R	R	C	3
<i>Antrozous pallidus</i>					P	C	C	C	4
<i>Eptesicus fuscus</i>	C		R	R		R	C	C	6
<i>Myotis californicus</i>		P	F	F	C	C	C	F	7
<i>Pipistrelus hesperus</i>							P	C	2
<i>Nyctinomops femorosacus</i>						P			1
<i>Tadarida brasiliensis</i>			C	C		C	F		4
<i>Sylvilagus audubonii</i>			P						1
<i>Lepus californicus</i>		C		C					2
<i>Thomomys bottae</i>	R					C	C	C	4
<i>Ammospermophilus leucurus</i>	C	C	C	C		P	C	C	7
<i>Spermophilus atricapillus</i>	C		C						2
<i>Chaetodipus baileyi</i>		C	P	P					3
<i>Chaetodipus spinatus</i>	C		C		P	F	F	F	6
<i>Peromyscus eva</i>	F	F	F	C	F	C	F	F	8
<i>Peromyscus maniculatus</i>	F	F	C	C	F	F	C		7
<i>Neotoma lepida</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	8
<i>Canis latrans</i>	P	P	P	P	P	P	P	P	8
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	F	C	F	C	C	F	C	F	8
<i>Bassariscus astutus</i>	C		C					C	3
<i>Procyon lotor</i>	F		F	C	C	C		C	6
<i>Spilogale putorius</i>	F		C	C	C	F	F	F	6
<i>Lynx rufus</i>	R		R	R			R		4
No. de especies	24	15	10	18	15	10	17	17	16

**Cuadro 3.** Frecuencia de ocurrencia de los mamíferos fuera de los Oasis. F= frecuente; C= común; P= poco común; R= raro; No= número de oasis. SI= San Ignacio; SJL= San Juan Londo; LP= San Pedro de la Presa; EP= El Pilar; SP= Punta San Pedro; SB=San Bartolo; S=Santiago; BS= Boca de la Sierra.

	SI	SJL	LP	EP	SP	SB	S	BS	No
<i>Macrotus californicus</i>	P	P	C	C	C	C	C		7
<i>Antrozous pallidus</i>						C	C	C	3
<i>Natalus stramineus</i>					R	P	P		3
<i>Eptesicus fuscus</i>				R		P	C	C	4
<i>Myotis californicus</i>	C	P	C	P	R	P	C	C	8
<i>Pipistrellus hesperus</i>	P	R					C	C	4
<i>Nyctinomops femorosacus</i>								C	1
<i>Tadarida brasiliensis</i>			P			C	C		3
<i>Sylvilagus audubonii</i>	P	C	C	C		R	R		6
<i>Sylvilagus bachmani</i>	P	P	P	P	C				5
<i>Lepus californicus</i>	F	F	F	F	C	C	C	R	8
<i>Thomomys bottae</i>	P				P	P	C	C	5
<i>Ammospermophilus leucurus</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	8
<i>Dipodomys merriami</i>	C	F	F	F	F	F	F		7
<i>Dipodomys peninsularis</i>	C								1
<i>Chaetodipus arenarius</i>	F			F					2
<i>Chaetodipus baileyi</i>	F	F	F	F	C	P			6
<i>Chaetodipus spinatus</i>	C	C	C	C	F	F	F	F	8
<i>Perognathus formosus</i>	P								1
<i>Peromyscus eva</i>	F	C	F	C	C	P	P	P	8
<i>Neotoma lepida</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	8
<i>Canis latrans</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	8
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	8
<i>Bassariscus astutus</i>								P	1
<i>Taxidea taxus</i>				R			R		2
<i>Spilogale putorius</i>	F	C	F	F	C	F	F	F	8
<i>Lynx rufus</i>	R		R					R	3
<i>Odocoileus hemionus</i>			R	R				R	3
No. de especies	29								
	20	15	17	18	15	18	20	16	

oasis de la parte sur del Estado, siendo más frecuentes hacia el interior del oasis, en asociación con los cuerpos de agua, los refugios disponibles y la disponibilidad de insectos.

Algunos carnívoros se presentan con mayor frecuencia en el interior de los oasis que en la parte externa, especies como el mapache *Procyon lotor* y el babisuri *Bassariscus astutus* presentan mayor dependencia de los cuerpos de agua que las otras especies. El zorrillo *Spilogale putorius* y la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* son comunes tanto dentro como fuera, sin embargo, la zorra fue más común en los oasis con buena cantidad de agua. En contraste, las evidencias de la presencia de los carnívoros de mayor tamaño, como el coyote *Canis latrans* y el gato montes *Lynx rufus* fueron más frecuentes fuera de los oasis; y sólo en la parte exterior de dos oasis se encontraron rastros del tejón *Taxidea taxus*. Del grupo de los artiodáctilos sólo se encontraron rastros del venado bura *Odocoileus hemionus* fuera de tres de los oasis.

El de San Ignacio fue el oasis que presentó el mayor número de especies, siendo también el mayor de ellos y el que tiene el cuerpo de agua más grande, mientras que el de San Juan Bautista Londó fue donde se registraron menos especies y es el único donde no se observa un cuerpo de agua superficial.

### Discusión

Nuestros resultados parecen reflejar lo encontrado en algunos estudios biogeográficos realizados en la Península, observando por ejemplo una disminución de norte a sur en el número de especies de roedores heterómidos, de acuerdo al efecto peninsular sugerido por Taylor y Regal (1978). Asimismo, la mayor parte de los murciélagos se presentan principalmente en los oasis del sur, tal vez porque la mayoría de ellos tienen un origen tropical (Orr 1960, Lawlor 1983), presentándose en este caso el efecto peninsular en sentido inverso observado por Lawlor (1983), siendo más diversos en el sur que en el norte. Por su parte, la mayoría de las especies de los otros grupos de mamíferos tienen un origen norteño o neártico (Orr 1960), y son especies cuyas adaptaciones a los ambientes áridos les permiten su distribución a lo largo de la Península.

No obstante, parece ser que los oasis poco tienen que ver en la distribución y dispersión de especies de mamíferos en la Península, sobre todo de aquellas especies típicamente desertícolas, como es el caso de los roedores heterómidos que se encuentran adaptados y especializados para explotar ciertas características estructurales de las comunidades vegetales desérticas (Rosenzweig y Winakur 1969, Shroder y Rosenzweig 1975) y sus microhábitats disponibles (Price y Brown 1983, Harris 1984). Posiblemente especies como el mapache y tal vez algunos murciélagos que se encuentran distribuidos a todo lo largo de la Península frecuentando todo tipo de humedales (oasis, manglares, etc.), han utilizado estos lugares como refugios mésicos y probablemente a través de ellos su dispersión en la Península pudo haber sido facilitada. Por su parte, la ardilla negra especie

endémica que tiene una distribución limitada, parece distribuirse preferentemente en los hábitats rocosos cercanos a los cuerpos de agua de los oasis de la parte norte del Estado.

No encontramos mamíferos confinados y adaptados para vivir exclusivamente en los ambientes méxicos de los oasis, sin embargo, los cuerpos de agua, la vegetación asociada y la disponibilidad de refugios y alimento de algunos oasis son aspectos que favorecen la presencia de ciertas especies, como el mapache que se encontró en todos los oasis, con excepción de los que no tienen agua superficial, la ardilla negra y el babisuri que fueron comunes en los oasis con sustratos rocosos cercanos a cuerpos de agua y algunos murciélagos que aprovechan la vegetación como refugio (palmares), y los cuerpos de agua que les brindan una mayor abundancia de insectos. Otras especies que fueron comunmente encontradas dentro de los oasis parecen sólo aprovechar las condiciones que les brindan estos hábitats para obtener una mayor diversidad alimenticia, tal es el caso de especies omnívoras como la zorra gris y el zorrillo, distribuídas ampliamente en la Península, bien adaptadas para vivir en ambientes xéricos, y que aparte de su dieta carnívora consumen una buena cantidad de frutos y otras partes vegetales, insectos, etc. disponibles en los oasis y su vegetación asociada. Otras especies, como los roedores cricétidos (*Peromyscus* y *Neotoma*) y la ardilla *Ammospermophilus*, aunque son comunes fuera de los oasis, frecuentan el interior de estos sitios por la disponibilidad de alimento, sobre todo en las áreas de cultivo. El venado bura se acerca a estos sitios sólo en forma esporádica, debido principalmente a la presencia humana.

Es importante tratar de conservar y rehabilitar las características particulares de los oasis, principalmente los cuerpos de agua y la vegetación asociada, ya que éstas pueden ser áreas importantes para la conservación de especies. Hay que evitar lo ocurrido con la rata arrocera, especie endémica de Baja California Sur, restringida a hábitats méxicos con cuerpos de agua permanentes, la cual se extinguió en la Región del Cabo debido a la destrucción de su hábitat y la desecación del cuerpo de agua.

### Literatura Citada

- Alvarez-Castañeda, S.T. 1994. Current status of the rice rat *Oryzomys couesi peninsularis*. *Southwestern Naturalist*, 39:99-100.
- Axelrod, D.I. 1979. Age and origin of the Sonoran Desert vegetation. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 132:1-74.
- Busak, S.D. y S.B. Hedges. 1984. Is the peninsulae effect a red herring?. *American Naturalist*, 123:266-275.



- Due, A.D. y G.A. Polis. 1986. Trends in scorpion diversity and along the Baja California Peninsula. *The American Naturalist*, 128(4):460-468.
- Gastil, R. y W. Jenzky. 1973. Evidence for strike-slip displacement beneath the trans-mexican volcanic belt. *Stanford University. Publ. Geol. Sci.* 11:171-180.
- Grismer, L.L. y J.M. McGuire. 1993. The oases of Central Baja California, Mexico. Part I. A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the oases. *Bull. Society of California Academy of Sciences.* 92(1):2-24.
- Hall, E.R. 1981. *The mammals of North America.* 2d Ed. John Wiley & Sons, New York. 1-1181+180 pp.
- Hall, E.R. y K.R. Kelson. 1959. *The mammals of North America.* The Ronald Press, New York. 1-1078+79 pp.
- Harris, J.H. 1984. An experimental analysis of desert rodent forage ecology. *Ecology* 65:1579-1584.
- Huey, L.M. 1964. The mammals of Baja California. *Transactions of San Diego Society of Natural History*, 13:85-165.
- Lawlor, T.E. 1983. The peninsular effect on mammalian species diversity in Baja California. *American Naturalist*, 121:432-439.
- Murphy, R.W. 1983. Paleobiogeography and genetic differentiation of the Baja California Herpetofauna. *California Academy of Sciences. Occasional Papers.* 137:1-48.
- Orr, R.T. 1960. An Analysis of the recent land mammals. En: *The biogeography of Baja California and adjacents seas.* *Systematic Zoology*, 9:171-179.
- Price, M.V. 1986. Structure of desert rodent communities: A critical review of questions and approaches. *American Zoology*, 26:39-49.
- Price, M.V. y J.H. Brown 1983. Patterns of morphology and resource use in North American desert rodent communities. *Grat Basin Naturalist Mem.* 7:117-134.
- Ramirez-Pulido, J., M.C. Britton, A. Perdomo y A. Castro. 1986. *Guía de los mamíferos de México.* UAM-Iztapalapa. 720 pp.
- Rosenzweig, M.L. y J. Winakur. 1969. Population Ecology of desert rodent communities: habitat and environmental complexity. *Ecology* 50:558-572.

Seib, R.L. 1980. Baja California: A peninsula for rodents but not for reptiles. *American Naturalist*, 115:613-620.

Shroder, G.D. y M.L. Rosenzweig. 1975. Perturbation analysis of competition and overlap in habitat utilization between *Dipodomys ordii* and *Dipodomys merriami*. *Oecologia* 19:9-28.

Taylor, R.L. y P.J. Regal. 1978. The peninsular effect on species diversity and the biogeography of Baja California. *American Naturalist*, 112:583-593.

Woloszyn, D. y B.W. Woloszyn. 1982. Los mamíferos de la Sierra de La Laguna, Baja California Sur. Conacyt 168 pp.



## CAPITULO 14

# CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS Y USO DE LOS RECURSOS NATURALES EN LOS OASIS

*AURORA BRECEDA, LAURA ARRIAGA Y ROCÍO CORIA*

### Resumen

En este capítulo se presenta una descripción y análisis de las características socioeconómicas de la población, así como de las actividades agropecuarias, forestales, pesqueras y de servicios que se desarrollan en ocho oasis representativos de la península de Baja California. El trabajo se realizó mediante el análisis de los censos de población y vivienda, así como aplicando encuestas por sector productivo. La información generada se capturó en una base de datos para su análisis y los resultados se presentan por sector.

Los resultados socioeconómicos indican que las poblaciones de San Ignacio y Santiago presentan las mejores condiciones comparativas, ya que su población muestra los mayores índices de alfabetización, mejores servicios en las viviendas y una gran importancia económica del sector terciario. Los oasis de San Juan Londó, San Bartolo y Boca de la Sierra guardan una condición intermedia; en tanto que los oasis de San Pedro de la Presa y El Pilar muestran grandes deficiencias en educación, servicios e infraestructura, son los más lejanos y de menor acceso a los polos de desarrollo del Estado y en ellos prevalece el sector primario como principal fuente económica.

Los resultados sobre el uso de los recursos naturales en los oasis indican que éstos se aprovechan de diversas maneras, combinándose formas de producción tecnificadas y novedosas con prácticas que datan desde la época misional. Algunos oasis (San Juan Londó) registran una agricultura altamente tecnificada y de grandes volúmenes, en tanto que en otros (El Pilar o San Pedro de la Presa), la producción agrícola se practica en pequeñas huertas familiares con sistemas de riego rústicos y con cultivos que fueron introducidos por los misioneros. En los oasis localizados en el sur, además de cultivarse los productos tradicionales se incursiona en agricultura orgánica, alternativa sumamente rentable. La ganadería que se practica en los oasis es extensiva y registra pocos cambios con respecto al desarrollo de esta actividad desde sus inicios en la Península; sin embargo, es una actividad generalizada y de ella depende la sobrevivencia de muchos rancheros.

El aprovechamiento de recursos forestales, particularmente de diferentes especies de palmas, es una práctica asociada a numerosos oasis, aunque enfrenta problemas de competitividad hacia un mercado más amplio. Este es el caso de San Ignacio, en donde se cultiva el dátil. En otros oasis la explotación de palmilla, palma de taco y de carrizo es una actividad ocasional y en gran medida enfocada

a la producción de bienes de autoconsumo. La producción de carbón y leña no es una actividad propia de los oasis; sin embargo, constituye un recurso marginal para su pobladores.

Finalmente, se obtuvo que la pesca no es una actividad particular de los oasis y solamente se ejerce en las localidades que tienen acceso a la costa. En tanto que los servicios son actividades generalizadas en todos los oasis; sin embargo, su importancia varía considerablemente en función del tamaño de la localidad y de su acceso a otros polos de desarrollo.

### Abstract

Socioeconomical characteristics of the population as well as the description of agricultural, husbandry, forestry, and fishing activities for eight oases of the Baja California Peninsula are presented in this chapter. The work was done by analyzing the official censuses of population and housing and by interviewing the diverse productive sectors. The information generated was entered into a data base and results are presented for each productive sector.

Socioeconomical results indicate the San Ignacio and Santiago populations have the best conditions of all oases, *i.e.* their population has the highest indices of literacy, housing services are better, and the tertiary sector has a great economical importance. The San Juan Londó, San Bartolo, and Boca de la Sierra oases are in an intermediate condition, and the San Pedro de la Presa and El Pilar oases show the greatest deficiencies in education, town services and infrastructure. These are places with least access to other towns and cities, with the agriculture and livestock sector remaining as the major economical source.

Natural resources are profitable for the local inhabitants in different ways. They combine new ways of production with practices which date from the colonial times. Some oases (San Juan Londó) have a highly technological agriculture with great productivity; others (El Pilar or San Pedro de la Presa) have small family orchards with rustic irrigation systems and still cultivate products introduced during colonial times. The southernmost oases, besides cultivating traditional products, have introduced organic agriculture. Livestock production is extensive and shows few changes since colonial times, however this activity is present in all the oases and the survival of many ranches depend of this livestock.

The use of forest resources, particularly palms, is associated with several oases, although now faces problems of competition in a wider market, as for San Ignacio, where dates are cultivated. Other oases gather palm leaves and wood to sell or they produce charcoal. These activities are done in a marginal way.

Finally, we found fishing is an activity of those oases near the coast. Social activities (commercial, touristic, medical, etc.) are common to all oases, however their importance is variable and related to the size of the locality and of its access to other towns and cities.

## Introducción

En la península de Baja California los oasis han jugado un papel de gran importancia para el establecimiento de asentamientos humanos. Desde antes de la llegada de los misioneros, los oasis constituyeron áreas de abastecimiento de agua y de recursos vegetales para las culturas indias (Baegert 1942). A la llegada de los misioneros los oasis fueron los sitios elegidos para la fundación y establecimiento de sus misiones y el lugar en donde las actividades agrícolas y pecuarias dieron origen en esta Península. A pesar de que la tecnología ha permitido el desarrollo de actividades productivas en sitios lejanos a los cuerpos de agua superficiales o a los oasis, éstos siguen siendo áreas de gran importancia para el desarrollo de las poblaciones humanas. Si bien en ellos se concentra solamente alrededor del 8% de la población total del Estado, son sitios en donde se practican una gran diversidad de actividades económicas.

En este capítulo se presenta una descripción y análisis de las actividades agropecuarias, forestales, pesqueras y de servicios que se desarrollan en ocho oasis representativos de los diferentes tipos de oasis presentes en el sur de la Península. El objetivo de este capítulo consiste en caracterizar el uso de los recursos naturales que las poblaciones locales ejercen sobre éstos, analizar las diferencias que se presentan entre los oasis y destacar las actividades económicas y formas de aprovechamiento de los recursos naturales particulares a este tipo de ecosistemas.

En una primera parte se presenta un marco general de las características socioeconómicas de cada localidad y de las obras de riego, todo ello con base en información estadística y bibliográfica, posteriormente se presentan los resultados obtenidos en entrevistas sobre tipo de cultivos, tipo de ganado, extensión de los ranchos y de las áreas de cultivo, régimen de propiedad de la tierra, prácticas agrícolas, ganaderas, forestales y pesqueras. Las encuestas se levantaron en cada una de las localidades estudiadas.

## Metodología

### 1) Características socioeconómicas generales:

La descripción y análisis de las características socioeconómicas de las localidades estudiadas se realizó de dos formas: a) Con base en los datos del XI Censo de Población y Vivienda (INEGI 1991) se calcularon coeficientes de localización de indicadores de bienestar y de empleo sectorial con respecto al promedio estatal (CLBE), que se definen como la relación entre la proporción de una variable conocida de la localidad y la proporción de esta misma variable en el Estado, la fórmula general es la siguiente:

$$CLBE_i = (a_i/A_i) \times (b_i/B_i)^{-1}$$

En donde:

$a_i$ = variable con cierta cualidad en la localidad, *i.e.* viviendas con agua entubada en la localidad.

$A_i$ = valor total de la variable general en la localidad, *i.e.* total de viviendas en la localidad.

$b_i$ = variable con cierta cualidad en el Estado, *i.e.* viviendas con agua entubada en el Estado.

$B_i$ = valor total de la variable general para el Estado, *i.e.* total de viviendas en el Estado.

Cuando el coeficiente de localización (CLBE) es  $> 1$ , la variable seleccionada presenta condiciones mejores en la localidad que en el promedio estatal (Hirsch 1977).

Con los valores de los coeficientes de localización se determinaron las características económicas agregadas a tres sectores, se infirieron variables socioeconómicas como es el nivel de alfabetización; así como el nivel de bienestar a partir de aspectos tales como drenaje y electrificación en las viviendas.

b) Se analizaron los factores geográficos y de infraestructura en los que se incluyen: la posición relativa a una ciudad importante, esto es, la distancia y el acceso a carreteras, así como obras de riego. Este punto se desarrolló con base en el sistema de ciudades de CONAPO (1991), en donde se propone una jerarquización de regiones, microregiones y ciudades con base en el tamaño de su población, actividades productivas, servicios, infraestructura, equipamiento y el tipo de recursos naturales con los que cuentan.

Con la información de los parámetros de población e infraestructura dentro de cada una de las regiones en que se divide al Estado por parte de CONAPO (1991), se elaboraron cuadros de comparación cualitativa que permiten analizar la información socioeconómica para cada una de las localidades estudiadas.

2). Características de las actividades agropecuarias, forestales y de servicios en cada oasis.

Con el objeto de conocer qué recursos naturales utiliza la población local asociada a los oasis, cómo lo utiliza y qué beneficios obtienen de estos ecosistemas, se aplicaron 148 entrevistas entre diferentes representantes de cada sector productivo de la sociedad: agricultores, ganaderos, prestadores de servicios, pescadores y recolectores de frutos y madera. El número de encuestas aplicadas en cada localidad varió de acuerdo al tamaño de su población total. En los oasis más pequeños como El Pilar, San Pedro de la Presa y San Juan Londó se entrevistó a más del 40% de la población total, en tanto que en los oasis de mayor tamaño se levantaron encuestas a un número equivalente al 4% de la población total. Dado que las actividades agropecuarias y las relacionadas a los servicios ocupan a un mayor número de personas en comparación con las

actividades pesqueras y forestales, en todos los oasis estudiados el mayor número de entrevistas corresponden a las primeras actividades.

En los oasis donde no existen asentamientos humanos, como es el caso de Punta San Pedro, se entrevistaron a personas que realizan actividades cercanas a esta localidad, algunos de los cuales se encuentran en las inmediaciones de Pescadero. En el caso de El Pilar se entrevistaron a algunos rancheros que se establecen cercanos a esta localidad y a prestadores de servicios de Las Pocitas, en San Juan Londó se incluye la zona agrícola más cercana al sitio en donde se localiza el oasis.

El diseño de las encuestas por sector incluyó cuatro apartados: I. Datos generales, II. Aspectos socioeconómicos, III. Uso del recurso explotado y IV. Actividades Complementarias.

La información generada en las entrevistas se capturó en una base de datos (Dbase) y se elaboraron cuadros en donde se muestran algunas características de estas actividades en los ocho oasis estudiados.

## Resultados

### 1. Características socioeconómicas.

En el Cuadro 1 se muestran la población total y los coeficientes de localización socioeconómica de los sitios estudiados. De acuerdo con estos datos se observa que en general se trata de localidades pequeñas en el número de pobladores ya que presentan un tamaño de población que varía entre 13 y 799 habitantes. Sin embargo, existen diferencias entre ellos y se clasifican en tres grupos: a) Oasis que presentan un tamaño de población relativamente grande ( $> 500$  habitantes) como San Ignacio y Santiago. b) Oasis de tamaño mediano ( $> 25 < 500$ ) como San Bartolo y Boca de la Sierra y c) Oasis pequeños ( $< 25$ ) entre los que se encuentran San Juan Londó, San Pedro de la Presa y El Pilar, en esta categoría también se encuentra Punta San Pedro que no presenta población humana asociada al sitio.

Respecto al grado de alfabetización, las localidades de San Ignacio, Boca de la Sierra y Santiago resultaron tener un coeficiente de localización mayor que 1, es decir, estas localidades comparadas con el Estado tienen relativamente un mayor nivel promedio de alfabetización, mientras que el resto mostraron deficiencias. Asimismo, en lo que respecta a las características de las viviendas, en cuanto a agua entubada las localidades de San Ignacio y Santiago se encuentran, (en comparación con el Estado), por encima del promedio. Por su parte, las viviendas con electricidad, sólo San Ignacio, Boca de la Sierra y Santiago tuvieron índices satisfactorios. En este punto cabe hacer la aclaración que San Pedro de la Presa, San Juan y El Pilar no cuentan con ninguna vivienda con agua entubada ni energía eléctrica, lo cual señala deficiencia en la



**Cuadro 1.** Coeficiente de localización de indicadores de bienestar y de empleo sectorial con respecto al promedio estatal (CLBE).

OASIS	PT	PA	PSP	PSS	PST	VA	VE
San Ignacio	799	1.07	1.14	0.82	1.06	1.02	1.07
San Juan Londó.	13	0.88	1.56	3.8	0	0	0
San Pedro de la Presa	24	0.79	1.37	1.77	0	0	0
El Pilar	22	0.92	5.46	0	0	0	0
San Bartolo	458	0.99	1.82	1.58	0.56	0.95	0.74
Santiago	784	1.03	1.04	0.54	1.06	1.11	1.04
Punta San Pedro	0	0	0	0	0	0	0
Boca de la Sierra	225	1.01	3.92	0.93	0.13	0.69	1.07

PT = población total, PA = población alfabeta, PSP = población del sector primario, PSS = población del sector secundario, PST = población del sector terciario, VA= vivienda con agua entubada, VE = vivienda con electrificación.

infraestructura de servicios. Finalmente, lo que se refiere a la distribución de las actividades económicas todas las localidades están enfocadas fundamentalmente a las actividades primarias. La población de San Ignacio está especializada tanto en el sector primario como en el terciario; Boca de la Sierra exclusivamente en el sector primario, Santiago en las actividades primarias y terciarias, San Bartolo, San Pedro de la Presa y San Juan presentan un coeficiente de localización > 1, para el sector primario y el secundario, en tanto que El Pilar muestra coeficiente de localización significativo exclusivamente para el sector primario.

Otros parámetros analizados para determinar el nivel de equipamiento e infraestructura, así como la capacidad potencial de desarrollo de los oasis seleccionados, fueron la distancia de cada localidad a las principales ciudades del Estado (Cuadro 2), las obras hidráulicas y su capacidad (Cuadro 3). De acuerdo con esta información se puede observar que los oasis que presentan mayores problemas de comunicación con los lugares centrales son San Pedro de la Presa y El Pilar, ya que no sólo se encuentran lejanos a los polos de desarrollo del Estado, sino que también la infraestructura de comunicación es deficiente debido a que no cuentan con carretera pavimentada hasta la localidad, en tanto que otros oasis como San Ignacio, San Bartolo y Santiago a pesar de encontrarse lejanos a las principales ciudades cuentan con carretera hasta su localidad.

La infraestructura hidráulica en los oasis también muestra grandes diferencias a pesar de que la mayoría, con excepción de Punta San Pedro, cuentan con obras de riego ya sea de gaviones rústicos o de pozos profundos; la capacidad de dichas obras varía notablemente entre los oasis, siendo San Ignacio y San Juan Londó

**Cuadro 2.** Distancia al lugar central definidos por CONAPO (1991).

OASIS	LUGAR CENTRAL	DIST. (km)	DESCRIPCION (km terracería)
San Ignacio	Santa Rosalía	70	Carretera
San Juan Londó	Loreto	28	Carretera
San Pedro de la Presa	La Paz	128	Carretera y 67 terracería
El Pilar	Cd. Constitución	105	Carretera y 12 terracería
San Bartolo	La Paz	114	Carretera
Santiago	La Paz	70	Carretera
Punta San Pedro	Todos Santos	6	Carretera y 2 terracería
Boca de la Sierra	San José del Cabo	35	Carretera y 7 terracería

**Cuadro 3.** Obras de riego reportadas por SARH (1995).

OASIS	TIPO DE APROVECHAMIENTO	No. DE OBRAS	CAPACIDAD DEL PROYECTO (Has.)	Has. UTILIZADAS
San Ignacio	derivación	1	640	234
San Juan Londó	pozos profundos	28	2800	1630
San Pedro de la Presa	gaviones*			
El Pilar	gaviones*			
San Bartolo	derivación y manantial	3	55	55
Santiago	pozos profundos	5	184	177
Punta San Pedro	no hay			
Boca de La Sierra	derivación y pozos	3	105	102

Fuente: SARH 1995. Subsecretaría de Agricultura, Dirección General de Política Agrícola. Directorio Oficial de Unidades de Riego para el Desarrollo Rural.

\* En estos sitios no se reporta oficialmente obras hidráulicas; sin embargo, se encuentran pequeñas obras de gaviones a todo lo largo del arroyo que permiten la acumulación de agua en pequeñas pozas.

los sitios con mayor capacidad de irrigación. Es importante anotar que las obras hidráulicas en San Juan Londó no proporcionan servicio a las rancherías que se asientan dentro del oasis, sino que son utilizadas principalmente para abastecer de agua a la zona agrícola que se encuentra en las inmediaciones de este oasis. Santiago y Boca de la Sierra cuentan también con importantes obras hidráulicas como pozos profundos y derivación; sin embargo, la capacidad de irrigación se encuentra ya sobre los límites. En el caso de San Pedro de la Presa y El Pilar cuentan con manantiales y pequeños gaviones que surten de agua a los cultivos y pobladores de la localidad cuya capacidad es sumamente limitada. En el extremo se encuentra Punta San Pedro, que si bien cuenta con agua dulce natural por ser un estero no existen obras hidráulicas. En este sitio se pretende desarrollar servicios turísticos.

Con objeto de sistematizar la información se elaboró un cuadro comparativo entre los oasis considerando las variables socioeconómicas y de infraestructura (Cuadro 4). De acuerdo con este cuadro se puede concluir que de todos los oasis estudiados San Ignacio y Santiago presentan las mejores condiciones socioeconómicas ya que su población muestra comparativamente al Estado mayores índices de alfabetización y mejores servicios en las viviendas, de igual forma en ambas localidades el sector terciario es importante. Con respecto a la infraestructura San Ignacio cuenta con obras de riego con capacidad para seguirlas explotando, en tanto que en Santiago estas obras se encuentran sobre el límite de su capacidad. En segundo orden de jerarquía se ubica San Juan Londó, ya que

**Cuadro 4.** Variables socioeconómicas presentes en los oasis (\*).

OASIS	VARIABLES SOCIOECONOMICAS						INFRAESTRUCTURA		
	PA	PSP	PSS	PST	VA	VE	R	CR	Car
San Ignacio	*	*		*	*	*	*	*	*
San Juan Londó		*	*				*	*	*
San Pedro de la Presa		*	*				*		
El Pilar		*					*		
San Bartolo		*	*				*		*
Santiago	*	*		*	*	*	*		*
Punta San Pedro									
Boca de la Sierra	*	*				*	*		

PA = Coeficiente de localización para población alfabetizada, PSP = Coeficiente de localización para la población del Sector Primario, PSS = Coeficiente de localización para la población del Sector Secundario, PST = Coeficiente de localización para la Población del Sector Terciario, VA = Coeficiente de localización para Viviendas con Agua Entubada, VE = Coeficiente de localización para Viviendas con Electrificación, R = Riego, CR = Capacidad de Riego, Car = Carretera hasta la localidad.

dentro de su área de influencia existen importantes obras hidráulicas, de hecho es el sitio que muestra mayor infraestructura, ya que cuenta con una serie de pozos profundos que han permitido el desarrollo agrícola; sin embargo, existen fuertes conflictos para el destino del agua, ya que en la década de los años ochentas, varios agricultores vendieron el derecho de agua para abastecer a Loreto-Nopoló, actualmente hay una confrontación de intereses sobre el destino de este valioso recurso. En tercer orden de importancia se localizan San Bartolo y Boca de la Sierra, ambas localidades se ubican al sur del Estado, bajo la influencia de La Paz y San José del Cabo respectivamente, en ambos oasis existen obras de infraestructura hidráulica que se encuentran al máximo de su capacidad. En San Bartolo las actividades del sector primario y secundario son relevantes y cuenta con acceso directo a la carretera transpeninsular; sin embargo, hay deficiencias en los servicios y en el nivel de alfabetización. En Boca de la Sierra los niveles de alfabetización y las condiciones de las viviendas son mejores que el promedio estatal y se encuentra muy cercano a uno de los polos de desarrollo de la región. San Pedro de la Presa y el Pilar muestran grandes deficiencias en servicios e infraestructura y son los oasis que se encuentran más lejanos y de menos acceso a los polos de desarrollo del Estado. Finalmente se ubica el oasis de Punta San Pedro que no muestra ninguno de los parámetros analizados ya que no existe población humana en el sitio.

## **2. Características de las actividades agropecuarias, forestales y pesqueras en los oasis.**

A continuación se presentan los resultados del análisis de las entrevistas levantadas en los ocho oasis estudiados, de acuerdo a las actividades económicas.

### **2.1 Agricultura.**

#### **2.1.1 Tipo de cultivo.**

La agricultura es una práctica común en los oasis, en ellos se cultivan 43 productos: 20 cultivos frutícolas, 14 hortícolas, 5 tipos de granos, 3 cultivos industriales y un cultivo forrajero. En el Cuadro 5 se muestran los productos por oasis, destacando los tres principales cultivos por oasis. De acuerdo con estos resultados se aprecia que San Ignacio es el sitio con mayor diversidad de productos, siendo el extremo opuesto San Juan Londó en donde solamente se cultivan 8 productos. Entre los cultivos más generalizados se encuentran algunas hortalizas (jitomate, cebolla y calabaza), cítricos y maíz.

#### **2.1.2 Actividad complementaria.**

La mayoría de la información recopilada en las entrevistas a los agricultores se sistematizó en una tabla (Anexo 1). De acuerdo con los datos obtenidos en las entrevistas se puede apreciar que la mayoría de los agricultores se dedican a más de una actividad productiva, siendo San Juan Londó el oasis que muestra un mayor

**Cuadro 5.** Principales cultivos en los oasis estudiados.

CULTIVO/OASIS	S. Ignacio	El Pilar	S. Pedro P.	S. Juan B. L.	Pta. S. P.	Santiago	S. Bartolo	Boca de S.
Agacate			X			X	X	
Ajo	X							
Albahaca					X	X		X
Alfalfa	X	X						
Algodón				X				
Café			X				X	
Calabaza	X	X	X	X	X	X		
Caña							X	
Cebolla	X	X	X		X		X	
Cebollín					X			
Chicharo			X				X	
Chile				X	X			X
Clantro					X		X	
Cruca						X	X	
Dátil	X	X	X					
Fresas					X			
Frijol	X	X	X					X
Granada	X							
Guayaba	X					X	X	
Habas	X		X					
Higo	X							
Jitomate	X		X	X	X		X	X
Jitomate-Cherry					X	X		X
Lechuga	X	X	X		X	X		
Limón	X	X			X	X	X	X
Maíz	X	X	X			X	X	X
Mandarina							X	
Mango			X			X	X	X
Melón	X			X	X			
Naranja-limón		X	X					
Naranja	X	X	X		X	X	X	X
Olivo	X							
Papaya					X	X	X	
Pepino				X				
Plátano	X					X		
Rábano							X	
Repollo	X		X				X	
Sandía	X	X		X	X			
Sorgo				X		X		X
Tomillo					X			
Toroña							X	
Uva	X	X	X					
Zapote	X		X					
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>10</b>

Nota: En negritas se destacan los tres principales cultivos de cada oasis.

nivel de especialización agrícola, ya que el 80% de los entrevistados se dedican exclusivamente a esta actividad.

Entre las otras actividades que desarrollan los agricultores destacan la ganadería y los servicios. En el caso de San Ignacio y El Pilar algunos agricultores desarrollan también el trabajo de corta de palma y en San Pedro de la Presa actividades relacionadas a la corta de madera, en tanto que en San Ignacio y Santiago la pesca es otra actividad alternativa para los agricultores.

#### 2.1.3. Régimen de propiedad y puesto.

En cuanto al régimen de propiedad se observa que en San Ignacio, El Pilar, San Pedro de la Presa y San Juan Londó el total de entrevistados ejercen la agricultura en terrenos catalogados como pequeña propiedad, en tanto que en Punta San Pedro-Pescadero y Boca de la Sierra el régimen de propiedad es ejidal. En Santiago y San Bartolo se encuentran agricultores que trabajan en pequeña propiedad y en ejido.

Respecto al puesto de los entrevistados destaca que en la mayoría de los oasis, particularmente San Ignacio, San Pedro de la Presa y Boca de la Sierra el 100% de los entrevistados son propietarios de sus terrenos, en tanto que en San Juan Londó la mayoría son administradores o empleados y en Punta San Pedro-Pescadero la mayoría de los entrevistados rentan o tienen prestada la tierra.

#### 2.1.4. Extensión.

En la mayoría de los oasis las parcelas de cultivo son pequeñas, no rebasan 6 has; con excepción de San Ignacio y San Juan Londó en donde algunos agricultores tienen propiedades de cultivo de grandes extensiones hasta de 100 has. En este punto cabe destacar que en el caso de San Ignacio se trata de palmares en donde se practica la recolección de dátíl, en tanto que en San Juan Londó se refiere a grandes extensiones de cultivo.

#### 2.1.5. Niveles de tecnificación.

En este apartado se hace referencia al uso de maquinaria agrícola, a la procedencia y tipo de semilla, así como al uso de plaguicidas. Estos tres aspectos muestran una gran variación entre los oasis. En algunos sitios como en San Juan Londó, Punta San Pedro-Pescadero, Santiago y Boca de la Sierra la mayoría de los agricultores entrevistados utilizan maquinaria agrícola y sus semillas o propágulos provienen del extranjero. En el extremo opuesto se encuentran San Pedro de la Presa y San Bartolo en donde no se emplea maquinaria y las semillas provienen de sus cultivos. En El Pilar y San Ignacio solo una pequeña proporción de los agricultores utilizan maquinaria agrícola y sus semillas provienen principalmente de mercados locales como las delegaciones vía SEDESOL o de la ciudad más cercana. Respecto al uso de plaguicidas se observa que en los oasis en donde existe menos proporción de entrevistados que utilizan esta práctica son: San Pedro de la Presa, El Pilar y San Ignacio. En tanto que en el resto de los oasis

el empleo de plaguicidas es común, siendo en los oasis donde se practica la agricultura orgánica (San Pedro, Santiago y Boca de la Sierra) proporcionados por las empresas que desarrollan esta actividad.

#### 2.1.6. Destino y Mercados.

En la mayoría de los oasis los productos agrícolas se utilizan para la venta, la producción para autoconsumo se presenta en muy baja proporción. Los mercados en donde se comercializan son muy variados, desde mercados extranjeros y nacionales como San Juan Londó, Punta San Pedro-Pescadero, Santiago y Boca de la Sierra, hasta mercados exclusivamente estatales y locales como en San Ignacio, El Pilar, San Pedro de la Presa y San Bartolo.

Con el objeto de obtener una valoración cualitativa y ponderada de la actividad agrícola en los oasis estudiados se elaboró el Cuadro (6). En esta tabla se utilizaron variables que definen tecnificación como: uso de maquinaria agrícola, uso de fertilizantes y plaguicidas, compra de semillas y propágulos. Así como variables de mercado como la venta del producto y el mercado en el que se comercializa, también se consideró el promedio del terreno cultivado. De acuerdo con esta tabla los oasis que presentan una agricultura tecnificada y que sus productos se destinan preferentemente a la venta en mercados nacionales y extranjeros son San Juan **Cuadro 6.** Valoración cualitativa y ponderada de la actividad agrícola en los oasis estudiados.

OASIS	Maquinaria	Fertilizantes	Semillas	Fumigación	Venta	Mercado	Extensión	Total
San Ignacio	2	4	3	3	4	1	3	20
El Pilar	3	1	4	3	5	1	1	18
San Pedro de la Presa	1	1	3	2	4	1	1	13
San Juan Bautista L.	5	5	5	4	5	5	5	34
P. S. Pedro-Pescadero	5	5	5	5	5	5	1	31
Santiago	5	4	4	5	4	3	1	26
San Bartolo	1	1	1	5	4	1	1	14
Boca de la Sierra	5	5	4	4	5	2	1	26

Nota: Los valores de cada variable se obtuvieron mediante la asignación de un valor (1-5) en función del porcentaje que presenta cada variable en el Anexo 1. Maquinaria: Se refiere al uso de maquinaria agrícola, Fertilizantes y Fumigación: Se refiere al empleo de estos insumos, Semillas: Se refiere a la procedencia y calidad de éstas, Venta: Se refiere al porcentaje de agricultores que venden sus productos, Mercado: Se refiere al tipo de mercado, dando el máximo valor a mercados nacionales y extranjeros, Extensión: Se refiere al número de hectáreas que se cultivan.

Londó y Pescadero-Punta San Pedro, siguiendo Santiago y Boca de la Sierra. En tanto que San Ignacio, El Pilar, San Pedro de la Presa y San Bartolo muestran comparativamente menores valores en estas variables.

## 2.2. Ganadería

### 2.2.1. Tipo de ganado.

La ganadería extensiva es una de las principales actividades productivas en los oasis estudiados (Anexo 2). La cría y engorda de ganado bovino es una práctica generalizada en todos los sitios estudiados, en tanto que la cría de cabras no tiene la misma importancia en todos los sitios. Otros animales como mulas, aves, caballos y puercos tienen menor importancia en estos sitios y su cría se destina a fines de autoconsumo. Considerando el porcentaje de rancheros que se dedican a criar cierto tipo de ganado y el número de animales se pueden jerarquizar los oasis según el tipo de ganado de la siguiente forma:

Oasis en donde el ganado vacuno tienen mayor importancia son San Ignacio y Boca de la Sierra, en menor medida se encuentran El Pilar y Santiago. En tanto que San Bartolo, San Pedro de la Presa, San Juan Londó y Punta San Pedro-Pescadero presentan hatos de vacas de menor tamaño.

Los oasis en donde existe principalmente la cría de chivas son San Juan Londó, El Pilar y San Pedro de la Presa. En tanto que en San Ignacio, Punta San Pedro-Pescadero y San Bartolo son pocos rancheros los que crían chivas o sus hatos son muy pequeños. Esta actividad no está presente en Santiago y Boca de la Sierra. Respecto al tamaño de los hatos cabe señalar que en todos los oasis, con excepción de Punta San Pedro-Pescadero, existen grandes diferencias entre los rancheros, algunos pueden sostener hatos de 100 animales o más, en tanto que otros reportan escasos animales, de esta situación se deriva la gran varianza en el promedio de animales por oasis.

En todos los oasis estudiados el tipo de ganado bovino que se cría es principalmente criollo y cruzado con cebú. En algunos oasis además de estas razas hay la introducción de otro tipo de ganado como suizo, jersey y charoláis como en el caso de Boca de la Sierra y Santiago.

#### 2.2.2. Actividad complementaria.

De los datos obtenidos en las entrevistas a personas dedicadas a la ganadería se observa que en ninguno de los oasis los ganaderos se dedican exclusivamente a esta actividad sino que existen otras fuentes de ingresos siendo la agricultura el segundo factor de ingresos. En el caso de San Ignacio muchos ganaderos se dedican también a actividades relacionadas a los servicios y a la corta de palma, esta última actividad también es una importante fuente de ingresos para los ganaderos de San Juan Londó.

#### 2.2.3. Régimen de propiedad y extensión.

El régimen de propiedad de los ranchos ganaderos es muy variado, algunos como en El Pilar y San Juan Londó el 100% de los rancheros trabajan en propiedad privada, en tanto que en San Pedro de la Presa, Punta San Pedro-Pescadero y Boca de la Sierra el régimen de propiedad es ejidal. Los otros oasis presentan los dos tipos de propiedad. En cuanto a la extensión de los ranchos ganaderos la información proporcionada por las entrevistas arroja una gran variación en



superficie; sin embargo se puede apreciar que los ranchos ganaderos ocupan extensiones de varios cientos de hectáreas, particularmente los ejidos.

#### 2.2.4. Prácticas ganaderas.

En todos los oasis estudiados la práctica ganadera es de libre pastoreo y depende en gran medida de las condiciones climáticas. En época de secas es generalizado que los rancheros encierran a sus vacas en corrales en donde les proporcionan complemento alimenticio, la mayoría de los ganaderos compra concentrado. Sin embargo, por el aumento en los costos de este alimento balanceado para animales, muchos ganaderos como en San Juan Londó, han substituído el concentrado por alfalfa y sorgo. Además es común el uso de otras fuentes de complemento alimenticio como maíz molido, rastrojo, pasto buffel, chollas, biznagas y dátil en las zonas en donde se da este palmar como San Ignacio, El Pilar y San Pedro de la Presa. En algunos oasis se combina la práctica agrícola con el alimento del ganado bovino, ya que en algunas parcelas o huertas se acostumbra sembrar sorgo, alfalfa o pasto para complementar la dieta de sus animales, en esta situación se encuentran El Pilar, Santiago y Punta San Pedro-Pescadero. Además de estos recursos, en algunos oasis del sur (Boca de la Sierra, Santiago y Punta San Pedro-Pescadero) la ganadería cuenta con soporte de praderas ejidales en donde se sostiene gran parte del ganado bovino de esas localidades.

#### 2.2.5. Destino.

El principal destino de la ganadería en estos sitios es la venta. La mayoría de los rancheros venden su ganado en pie y sus productos como leche y queso. Esto último es particularmente importante para los rancheros que crían chivas. La venta de becerros para engorda es también una práctica común en la ganadería, principalmente en los oasis del sur del estado como Boca de la Sierra, San Bartolo, Santiago y Punta San Pedro-Pescadero. La venta de ganado en canal es también una forma de comercializar sus productos, esta práctica es común en El Pilar y San Ignacio, en menor medida en Santiago y Boca de la Sierra.

El mercado de los productos ganaderos se encuentra ya sea en la mismas localidades o en las ciudades más grandes cercanas a los oasis como: La Paz, Loreto, El Valle de Santo Domingo, Ciudad Constitución, Santa Rosalía, Guerrero Negro y Los Cabos. También existe el mercado de cría para engorda para otros estados, principalmente Sinaloa y Baja California.

#### 2.2.6. Enfermedades y problemas.

Respecto a las enfermedades del ganado y causas de muerte, se pudo observar que la carbonosa (carbón sintomático o pata negra) es una enfermedad muy generalizada en el ganado bovino, también se reportaron otras enfermedades muy comunes como el edema maligno y la septicemia hemorrágica. En el ganado

caprino la enfermedad más común es el gusano o la mosca (díptero que parasita los senos nasales y cuernos de las chivas). Para combatir estas enfermedades, los ganaderos utilizan medidas preventivas como vacunas. A pesar de que estas enfermedades atacan severamente a los hatos de ganado y se reporta como la principal causa de muerte, los entrevistados se refieren a la sequía como otra de las principales causas de muerte de sus animales, particularmente en años en que la sequía se ha prolongado.

De las entrevistas levantadas en el sector ganadero destacan entre los problemas mencionados por los rancheros, la muerte de sus animales por enfermedad y sequía que ocasiona la escasez de alimento, la ausencia de razas mejoradas y de servicios médicos para los animales, también problemas por la tenencia de la tierra son comunes entre los ganaderos de los sitios estudiados y finalmente se refieren a canales de comercialización más adecuados como centros de acopio y transporte para sus animales.

### 2.3. Actividades Forestales.

Las actividades forestales y de recolección no se presentan en todos los oasis estudiados, solamente en cuatro localidades se desarrollan estas actividades (Anexo 3). Las especies utilizadas y su destino varía mucho en cada oasis, en San Ignacio se explota la palma datilera, en Santiago el carrizo (*Phragmites communis*), la palma de taco y palmilla (*Erythea brandegeei* y *Washingtonia robusta*), en El Pilar se explota el mezquite, la ña de gato y el palo fierro para producir carbón, en tanto que en San Juan Londó se utiliza mezquite, palo fierro y ocasionalmente palo blanco para venderlos como leña a restaurantes locales.

En general esta actividad es complementaria a otras fuentes de ingreso como la agricultura y prestadores de servicios. En muchos de los casos los propietarios rentan sus terrenos para la explotación forestal, que se ejerce tanto en terrenos ejidales como en pequeñas propiedades. En el caso de San Ignacio la actividad forestal consiste principalmente en la recolección y selección de dátil para su venta en mercados nacionales como Sonora, Sinaloa, Guadalajara, Ciudad de México y Ensenada. La hoja de las palmas datileras también se aprovecha para cercos y palapas aunque este uso es principalmente de autoconsumo. Entre los factores que afectan a los palmares se encuentran los incendios que en ocasiones han provocado la pérdida de grandes extensiones de estas plantaciones, la lluvia en temporada de cosecha, es también un factor muy adverso a los productores ya que esto afecta la calidad del dátil y consecuentemente se pierden importantes cantidades de dinero. La recolección y selección de dátil es una actividad que genera empleos temporales en este oasis ya que durante el período de cosecha es muy generalizado la contratación de pizcadores y de mano de obra para la selección y almacenamiento de este fruto. Entre los principales problemas en la comercialización de dátil se mencionó la falta de compradores para este fruto ya que cada vez más se busca fruto mejorado y de mejor calidad.

En Santiago la actividad forestal se refiere a la explotación de carrizo y palma de taco, que se utilizan para la construcción. Estos productos se comercializan en mercados locales y entre las principales plagas que afectan el desarrollo de estas plantas se reporta a las tuzas.

En El Pilar la actividad forestal es muy extendida entre los pobladores de este oasis y sus alrededores, ya que es muy común la corta de mezquite, uña de gato y ocasionalmente palo fierro para la producción de carbón que se vende a trailers que a su vez lo comercializan en Tijuana, Ensenada o Mexicali. Esta actividad está muy extendida en la delegación de Los Dolores en donde existe una Unión de Productores Forestales que producen cada año varias toneladas de carbón. Según los reportes de los entrevistados una tonelada de carbón se vende entre 400 y 700 pesos, para lo que se requiere de entre 10 y 20 árboles. Para el desarrollo de esta actividad es necesario contar con el permiso de las autoridades de la Secretaría de Agricultura que evalúa la cantidad del recurso y lo disponible para la producción de carbón. La producción de carbón es una actividad marginal y se desarrolla cuando los rancheros de estas localidades no tienen otras opciones o se encuentran muy necesitados, este mercado también se encuentra dependiendo de compradores eventuales que pasan por el sitio y solicitan carbón, entre los problemas de esta actividad se encuentran que cada vez es más difícil encontrar árboles del tamaño deseado cercanos a las rancherías y es necesario contar con transporte para el material colectado. Además de la explotación de estos recursos forestales otro de los problemas que ha minado a estas poblaciones vegetales es la presencia de un hongo que afecta a los árboles.

Finalmente la actividad forestal se reportó también en San Juan Londó en donde uno de los ranchos se dedica a la recolección y corta de uña de gato, palo fierro y ocasionalmente palo blanco, para venderlos como leña a algunos restaurantes de Loreto. En este oasis la comercialización de productos forestales no es una actividad generalizada sino que se concentra en un solo rancho.

#### 2.4. Pesca.

La pesca es una actividad que sólo se desarrolla en San Ignacio y en Punta San Pedro-Pescadero (Anexo 4), en ambos casos se realiza a través de cooperativas. En el caso de San Ignacio la pesca se practica en las costas cercanas, en donde se extrae langosta, abulón y escama que se venden principalmente en Ensenada y a Estados Unidos, en este caso la pesca contempla infraestructura especializada como el almacenamiento en cuartos fríos o la cocción de grandes volúmenes, así como transporte en camiones con refrigeración o en avión. En el caso de Punta San Pedro-Pescadero existen también dos cooperativas que se dedican a explotar escama para comercializar principalmente en La Paz.

#### 2.5. Prestadores de servicios.

En todos los oasis estudiados la mayoría de los prestadores de servicios tienen negocios particulares, siguiendo en importancia los trabajadores al servicio del

Estado, particularmente en dependencias federales. Entre las actividades de esta rama que ocupan una mayor proporción de entrevistados se encuentran los servicios de restaurante y turísticos, siguiéndole en importancia servicios diversos como: taxistas, mecánicos, choferes y jardineros. El comercio es también una actividad importante en los oasis estudiados (Anexo 5).

Los oasis que muestran mayor diversidad de servicios son San Ignacio y Santiago que son también las localidades con poblaciones más grandes. En estos oasis las actividades turísticas y comerciales son importantes e incluso algunos pobladores trabajan en talleres de manufactura.

### **3. Características por oasis.**

**San Ignacio:** Por el tipo de clima este oasis es propicio para el cultivo de olivo y vid, en el pasado era un sitio que destacaba por estos cultivos, que actualmente han disminuído ya que muchas huertas han dejado de cultivarlos, ya sea por la baja competitividad en el mercado o por la pérdida de suelo fértil en las crecientes de agua. Actualmente una de las principales producciones es el dátil que se comercializa a otros estados del país, esta actividad ocupa trabajadores agrícolas, que se dedican a la pizca, selección o empaque del producto. Además del fruto, las hojas de la palma datilera son utilizadas para construir cercos, como abono o como complemento alimenticio para la ganadería. A pesar de que la cosecha y venta de dátil es una actividad importante en este oasis, los entrevistados manifestaron problemas para su comercialización ya que aseguran que los precios del mercado son muy bajos y que existe cada vez mayor competencia por variedades mejoradas que no se producen en San Ignacio. Otra característica de este oasis es que la mayoría de los entrevistados son mayores de 50 años y retirados de actividades pesqueras. Otro de los problemas declarados por los entrevistados es la poca agua y su distribución entre las diferentes huertas. La ganadería en este oasis es principalmente vacuno, aunque algunos rancheros crían chivas. La mayoría de los ranchos ganaderos se localizan en las afueras del poblado y en las huertas es común el cultivo de alfalfa para complementar la dieta de los animales en época de secas. Los productos de la ganadería se destinan principalmente a la venta en pie a mercados locales o a otras ciudades cercanas como Santa Rosalía y Guerrero Negro, también es frecuente la venta de crías a Ensenada y Tijuana. Entre las actividades más importantes en la localidad se encuentra la pesca de especies de exportación, esta actividad ocupa a un gran número de pobladores y es altamente rentable.

**El Pilar:** La actividad agrícola en este oasis se desarrolla en pequeñas huertas familiares que cuentan con ojos de agua y con una pequeña poza con gaviones rústicos en donde en época de lluvias se acumula el agua. Los principales cultivos son calabaza, cítricos, granos y uva que se comercializan en La Paz. En este oasis algunos de los agricultores se dedican también a la corta y venta de hoja y tronco de palma de taco, así como a la corta para carbón. En este oasis la ganadería que

se practica es tanto de ganado vacuno como caprino, en el primer caso la venta del producto es en pie, en tanto que en el caso de las chivas es común la venta de queso. Los principales sitios de comercialización son la ciudad de La Paz y Ciudad Constitución.

San Pedro de la Presa: En este oasis la agricultura se desarrolla también en pequeñas huertas que cuentan con riego mediante acequias. Los principales cultivos son cítricos y uva, este último cultivo era más importante en el pasado, debido a la parcelación de la huerta. Entre los principales problemas declarados en las entrevistas se encuentran el poco mantenimiento a los canales de riego y la posesión de la tierra. Algunas actividades complementarias a la agricultura son la corta de madera para la producción de carbón y la manufactura de petates, objetos de cuero y herrería. El ganado que se cría en esta localidad es tanto vacuno como caprino y su comercialización es similar a la que se presenta en El Pilar.

San Juan Bautista Londó: La localidad que se cataloga como oasis no tiene ninguna actividad agrícola; sin embargo, en el Valle de San Juan Londó que se localiza aproximadamente a 20 km al norte del oasis existe una importante zona de cultivos. En este valle la agricultura se practica en campos de grandes extensiones con riego de pozos profundos y altos niveles de tecnificación. Entre los principales productos se encuentran jitomate, sandía, melón y chile cuyo principal destino son mercados nacionales y extranjeros. Anteriormente este valle era productor de algodón, pero por los bajos costos del precio de garantía y la sustitución de productos se desplazó este cultivo. Este sitio funciona como una zona de captación de jornaleros agrícolas. Entre los problemas detectados sobresale el conflicto por el uso del agua ya que recientemente muchos agricultores vendieron el derecho de agua a FONATUR y han abandonado la actividad agrícola. Otro problema generalizado es el alto costo del combustible para el funcionamiento de las bombas. En esta localidad la ganadería es principalmente de ganado caprino para las rancherías menos favorecidas, en tanto que escasos rancheros con acceso a agua mantienen hatos de ganado vacuno e incluso con razas mejoradas y el principal sitio de comercialización es Loreto. En la localidad también se reportó la venta de leña para restaurantes de Loreto.

Punta San Pedro-Pescadero: En el oasis Punta San Pedro no existen asentamientos humanos, ni actividades agropecuarias, este terreno es propiedad privada y se proyecta como un área turística y de recreación. Las actividades agropecuarias se desarrollan en las inmediaciones a Pescadero que es la localidad más cercana a este sitio. En esta localidad la agricultura es una actividad muy importante ya que se practica en terrenos ejidales de pequeña extensión altamente tecnificados, algunos de los principales productos son chile y frutales que se exportan al extranjero y a otros estados. En este sitio la agricultura orgánica de albahaca, cebollín y jitomate cherry ha ido tomando importancia, muchos agricultores rentan sus parcelas a las compañías estadounidenses que proporcionan el paquete tecnológico para el desarrollo de esta actividad y que se comercializa principalmente a Estados Unidos. El ganado que se cría en esta

localidad es principalmente vacuno y cuenta con praderas para su alimentación, también se lleva agua en pipa para los animales. En las costas cercanas a este oasis se ejerce la pesca de escama que se comercializa en La Paz.

**Santiago:** En este oasis la agricultura es de riego por pozos profundos. Entre los principales productos se encuentran cítricos, aguacate y mango. En Santiago también se practica la agricultura orgánica para el cultivo de albahaca, jitomate cherry y jitomate pera, esta actividad es bajo el convenio entre agricultores locales y la Compañía Orgánica Los Cabos, con participación de capital estadounidense. La ganadería que se practica en Santiago es exclusivamente de vacas y cuenta con praderas que sostienen a los animales en largas temporadas. Además en este oasis algunos ganaderos reportan la introducción de ganado cebú y suizo. La corta de carrizo y hoja de palma de taco para la construcción de palapas y casas rústicas es otra actividad complementaria de los habitantes de esta localidad.

**San Bartolo:** La agricultura se practica en huertas que cuentan con riego por canales y se cosechan principalmente frutales como mango, guayaba y aguacate. En San Bartolo la cosecha agrícola se utiliza principalmente para la producción de dulces como: orejones, ates de guayaba, mango y conservas, la caña se muele y se produce un dulce llamado melado o panocha de gajo. La venta de los dulces se hace en las dulcerías del pueblo. La ganadería es principalmente de ganado vacuno.

**Boca de la Sierra:** En este oasis del sur, la agricultura se desarrolla en pequeñas parcelas ejidales en donde se cultivan chile y productos orgánicos. En el programa de agricultura orgánica participan 25 ejidatarios que rentan y/o trabajan para la compañía de Los Cabos. La ganadería es exclusivamente de ganado vacuno y cuenta con praderas para su alimentación y se reportan razas mejoradas.

## **Discusión y Conclusiones**

El uso y aprovechamiento de los recursos naturales en los oasis de Baja California Sur reviste importancia no sólo por el papel histórico que han jugado en el establecimiento de asentamientos humanos y ser los sitios que dieron origen a actividades agrícolas y ganaderas en este territorio, sino que actualmente siguen siendo lugares en donde los recursos naturales son aprovechados de diversas maneras que permiten a sus pobladores no sólo sobrevivir en los lugares de origen, sino incluso generar excedentes para la comercialización en distintos mercados. En ellos se combinan formas de producción tecnificadas y novedosas como también prácticas que datan desde la época misional. Algunos oasis, como San Juan Londó, no cuentan con agua superficial; sin embargo, las obras de ingeniería hidráulica han permitido el desarrollo de una agricultura altamente tecnificada y de grandes volúmenes, en tanto que en otros como en El Pilar o San Pedro de la Presa la producción agrícola se practica en pequeñas huertas familiares con sistemas de riego rústicos y con cultivos que fueron introducidos por los misioneros y primeros pobladores civiles del sur de Baja California (Cariño 1996).

En otros oasis, como los localizados en el sur del Estado, además de cultivarse los productos tradicionales se incursiona en la agricultura orgánica con participación de capital estadounidense y es sumamente rentable.

La ganadería que se practica en los oasis de Baja California Sur, sigue siendo extensiva y con pocos cambios con respecto a los inicios de esta actividad en el Estado, son pocos los esfuerzos que se presentan para introducir nuevas prácticas ganaderas como la introducción de razas mejoradas o el cultivo de praderas que permitan alimentar al ganado. Sin embargo, es una actividad generalizada y de ella depende la sobrevivencia de muchos rancheros.

El aprovechamiento de los recursos forestales, particularmente las diferentes especies de palmas, es una de las características asociadas a este tipo de ecosistemas; sin embargo, su importancia como fuente de recursos económicos varía notablemente entre los oasis. En algunos sitios, como San Ignacio, ha sido una de las principales actividades económicas y hoy enfrenta problemas de competitividad en un mercado más amplio. En otros oasis la explotación de palmilla y palma de taco (*Erythea brandegeei* y *Washingtonia robusta*) y de carrizo (*Phragmites communis*) es una actividad ocasional y en gran medida enfocada a la producción de bienes de autoconsumo. La producción de carbón y leña no es una actividad propia de los oasis; sin embargo, constituye un recurso marginal para sus pobladores.

La pesca no es una actividad particular de los oasis y solamente se ejerce en las localidades que tienen acceso a la costa, en tanto que los servicios son actividades generalizadas en todos los oasis; sin embargo, su importancia varía considerablemente en función del tamaño de la localidad y de su acceso a otros polos de desarrollo.

### **Agradecimientos**

Quisieramos hacer patente nuestro agradecimiento a la Lic. Lorella Castorena, socióloga de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, por su valiosa ayuda en el diseño de las entrevistas de los aspectos poblacionales y socioeconómicos. Asimismo al M.en E. J. Ulises Tovar por su colaboración en la sección de aspectos socioeconómicos y al M. en E. Antonio Martínez por la revisión del manuscrito. También a nuestra compañera la Biól. Cerafina Argüelles por su cooperación en el levantamiento de encuestas. Queremos también señalar y agradecer particularmente a todas las personas que nos abrieron las puertas de sus casas para hacer las entrevistas de este capítulo y que nos permitieron conocer parte de sus vidas y sus actividades. A ellos les dedicamos este capítulo.

### Literatura Citada

- Baegert, J.J. 1942. Noticias de la Península Americana de California. Primera edición en español. Antigua Librería Robredo, México. 262 pp.
- Cariño, M.M. 1996. Historia de las Relaciones Hombre Naturaleza en Baja California Sur 1500-1940. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S., México. 229 pp.
- Consejo Nacional de Población. 1991. Sistema de Ciudades y Distribución Espacial de la Población en México. CONAPO. México. 418 pp.
- Hirsch, W.Z. 1977. Análisis de Economía Urbana. 1ª Edición en español. Mc-Graw-Hill. N.Y. 623 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1991. Baja California Sur. Resultados Definitivos. Datos por Localidad. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. INEGI. Aguascalientes, México.





Anexo 3. Porcentaje de entrevistados que realizan actividades forestales, según variables.

OASIS	Actividad % Plt-Exc.	Prestio %		Regimen %		Destino		Destino Fruto %		Destino Tallo %		Mercado			Factores que Afectan %			n
		% Plt-Exc.	Propietario	Reclector	Conjador	Ejidal	P. Propiedad	Autocosecho	Autocosecho	Venta	Autocosecho	Venta	Nacional	Local	Playa	Natural	Ambos	
San Ignacio	25	50	0	0	25	75	75	0	100	0	0	100	0	25	50	25	4	
Santiago	0	50	0	100	0	0	0	0	0	100	0	100	0	100	0	0	2	
El Pilar	0	67	0	33	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	100	0	3	
San Juan Londo	100	0	0	100	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0	100	0	1	

Anexo 4. Porcentaje de pescadores que muestran las variables analizadas.

OASIS	Actividad % Pes. Exc.	Organizacion % Cooper.	Destino %		Mercado %		n
			Venta	Extranjero	Local	Nacional	
San Ignacio	0	100	100	0	0	100	3
Punta San Pedro	100	100	100	100	0	0	2

Anexo 5. Porcentaje de prestadores de servicios que muestran las variables analizadas.

OASIS	Dependencias %		Comercio	Turismo	Tipo de Actividad %			Otros	Jornaleros	n
	Paricular	Burdesa			Construcción	Manufactura	Jornaleros			
San Ignacio	80	20	10	20	20	20	50	10	10	
El Pilar	67	33	33	33				3	3	
San Pedro de la Presa	100	0		100			100	1	1	
San Juan Londo	100	0		100				2	2	
Punta San Pedro	75	25	50	50	8	17	25	4	4	
Santiago	50	58	14.3	29	29	14	29	14	7	
San Bartolo	85	14		25				7	7	
Boca de la Sierra	75	25		25			50	4	4	



## CAPITULO 15

# IMPLICACIONES ECOLOGICAS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LA BIOTA ASOCIADA A LOS OASIS

*RICARDO RODRIGUEZ-ESTRELLA Y LAURA ARRIAGA*

### Resumen

Se analizan los efectos que tienen sobre la flora y fauna las actividades humanas desarrolladas en los oasis de Baja California Sur, considerando que no todas las actividades humanas son perjudiciales para las comunidades biológicas o para algunos de los elementos de flora y fauna que las conforman. Los resultados presentados para los diferentes grupos de fauna y para la flora muestran que diversas especies, características de ambientes xéricos, se ven beneficiadas por la presencia de zonas mésicas (los oasis) inmersas en enormes extensiones de matorral xerófilo relativamente homogéneas. Algunas de las implicaciones ecológicas de las actividades humanas sobre la biota asociada a los oasis son un incremento en la abundancia de especies en las zonas de palmar-carrizal para grupos tales como los artrópodos (alacranes, coleópteros), aves residentes e invernantes, mapaches, ardillas de roca, zorrillos, zorras, gatos monteses y murciélagos. Asimismo, se encontró que las especies de afinidades mesófilas y especialistas de hábitat son las más vulnerables a la actividad humana, tal como varias especies de anfibios y reptiles, de aves endémicas y migratorias, así como algunos mamíferos pequeños.

Se encontró que un sistema biológico inicialmente sencillo con una estructura vegetal poco compleja como el palmar-carrizal, presenta una mayor abundancia de ciertas especies animales que lo tornan en un sistema estacionalmente (otoño-invierno) más complejo que el matorral xerófilo. Este hecho contradice las teorías que predicen una mayor riqueza y abundancias específicas conforme la estructura de la vegetación se toma más compleja.

Las especies vegetales que aparentemente pueden beneficiar más a la fauna son la palma datilera, la palma de hoja, el mezquite y el carrizal. La basura producida por los habitantes de los mismos poblados en los oasis también beneficia a algunas especies de fauna silvestre. No obstante, actualmente existen amenazas en los oasis que provocarían efectos negativos para la preservación de estos ecosistemas; algunas de éstas son la extracción de agua para el turismo, la agricultura, la minería, la desecación o cambios en el drenaje de cuerpos de agua para conversión de tierras a zonas agrícolas o frutales. Asimismo, el uso indiscriminado a lo largo de los años de la palma de hoja para construcciones rurales, la remoción de palmares en zonas naturales para transportarlos a zonas hoteleras y residenciales, así como la eliminación del carrizal para el mejoramiento del paisaje turístico, representan otros riesgos para la conservación de los oasis.

## Abstract

The effects of human activities on the flora and fauna of the oases of Baja California are analyzed, understanding that not all of these activities may be harmful for the biological communities or for some of their elements. The results presented for the different groups of flora and fauna show that some species proceeding from xeric environments are benefitted by the occurrence of more mesic conditions, as those borne by the oases. Human activities have some ecological implications in the biota, such as an increase in the abundance of several types of animal species, particularly in those sites where the riparian zones and palm groves overlap. Arthropods (scorpions and coleoptera), resident and migrant birds, racoons, squirrels, skunks, foxes, ringtailed, lynx, and bats are some of the groups that occur at higher densities in the oases. Mesophyllic species and habitat-specialized species are the most vulnerable ones to human activity *i.e.* amphibians, reptiles, migratory and endemic birds, and some small mammals.

Own results show that a poor floristic biological system, like the riparian zones and palm groves, harbor higher abundances of animal species, which in turn make it a more complex system compared to the desert scrub. Higher species richness and more complex biological interactions are set in these environments during particular seasons (autumn-winter), thus data obtained in this book do not support those theories which predict greater species richness and abundances in structurally more complex vegetation systems.

The more important plant resources in the oases are the introduced palm, *Phoenix dactylifera*, and the fan palm, *Washingtonia robusta*, as well as the mesquite, *Prosopis articulata*, and *Typha domingensis*. Garbage accumulation, in some cases, can benefit some wildlife species of fauna, such as those mentioned previously. Still, we found that water extraction for tourism, agriculture, and mining, or else changes in water drainage for agricultural practices could represent a threat for the preservation of these ecosystems. Likewise, the indiscriminate use of the fan palm and reed-grass for rural constructions or its destruction by tropical hurricanes are also threats against the maintenance of these mesic communities.

## Introducción

Numerosos estudios han demostrado los efectos negativos que las actividades humanas provocan sobre las poblaciones de especies vegetales y animales. La literatura referente a aspectos de la biología de la conservación tiene diversos ejemplos del declive o extinción de especies a causa de diferentes actividades humanas (Colvin 1985, Cochran 1989, Kromp y Steinberger 1992, Curtin 1995, Foster y Thomson 1995, Drayton y Primack 1996, Green 1996, Ratsirarson *et al.* 1996). Sin embargo, también existen estudios que muestran que, aunque en menor número, diferentes especies pueden resultar beneficiadas por las condiciones "creadas" y manipuladas por el hombre, las que producen microambientes con

condiciones propicias para la colonización o incremento de especies vegetales (Ezcurra *et al.* 1988; Felger *et al.* 1992), así como fuentes adicionales de alimento, una disminución contra la predación, o bien refugios para la fauna silvestre (Hoffmann y Gottschang 1977, Hopkins y Forbes 1980, Bascietto y Adams 1983, Holm 1988, Best *et al.* 1990, Adams 1994, Bird *et al.* 1996).

Varios de los estudios presentados en este libro, muestran que diversas especies de ambientes xéricos se ven beneficiadas por la presencia de zonas méxicas (los oasis o humedales) inmersas en enormes extensiones de matorral xerófilo relativamente homogéneas. De esta manera, los oasis son sitios de estudio que pueden funcionar como modelos para probar las teorías del beneficio/perjuicio que representan actividades humanas del tipo agrícola y suburbano para las especies vegetales y animales. Los oasis de Baja California por las diversas características que tienen (*i.e.* área, altura de la vegetación asociada al borde del agua, especies de plantas y animales mesofílicos exclusivos, etc.) y por las diferentes actividades humanas con diferentes grados de desarrollo, son sitios de interés para el estudio de los efectos de la actividad humana sobre la fauna y flora nativas a diferentes escalas. Los oasis también representan modelos ideales para probar las hipótesis sobre los tamaños mínimos de población (caso del tapaojitos *Geothlypis beldingi*, capítulo 10), tasas de colonización o emigración de especies animales, así como sobre rutas o corredores ecológicos.

Las implicaciones ecológicas que las actividades humanas han tenido sobre la biota asociada a los oasis pueden ser de diferentes tipos. En algunos casos, un incremento en la abundancia de especies que fungen como presas en las redes tróficas, puede provocar que especies predatoras que se alimentan de ellas incrementen sus densidades también en los oasis. En otros casos, un incremento del gremio de predadores puede a su vez ejercer una fuerte presión sobre especies que no eran predadas con intensidad, y que disminuirían entonces sus abundancias en los oasis. En otros casos, puede existir un beneficio para los grupos analizados, como es el caso de las plantas y sus consumidores. Y finalmente en otros casos, especies muy especialistas de hábitat (en el caso de especies asociadas a la vegetación de borde) podrían ser afectadas con la llegada de especies generalistas que son atraídas en grandes números a los oasis. Muchas de estas hipótesis se podrían probar a futuro como líneas de investigación a seguir en los oasis o humedales de la Península.

En este capítulo, nosotros analizaremos los patrones encontrados en los oasis en cuanto a las especies que son beneficiadas y perjudicadas por la actividad humana actual. Como se mencionó en el capítulo 6, existen especies vegetales que se han visto beneficiadas por las acciones humanas en los diferentes oasis. La especie arbórea más conspicua es la palma datilera, *Phoenix dactylifera*, la cual en algunos oasis ha logrado desplazar a la palma nativa, *Washingtonia robusta*; asimismo la especie arbustiva, *Cryptostegia grandiflora*, ha logrado desplazar a la vegetación herbácea y arbustiva característica de arroyos y canales, en algunos sitios. Por otro lado, existe un conjunto de especies arbóreas

características del matorral xerófilo que han logrado establecerse exitosamente como vegetación riparia: *Acacia brandegeana*, *Cercidium floridum*, *Jatropha cinerea*, *Leucaena microcarpa*, *Olneya tesota*, *Pithecellobium undulatum* y *Prosopis articulata*. Dada la plasticidad de estas especies, se podrían empezar a reproducir en viveros con fines de reforestación o restauración ecológica.

Los análisis presentados en el capítulo 7 muestran que el manejo del palmar, particularmente el incremento de la palma datilera, ha propiciado que diferentes artrópodos tengan mejores sitios donde pernoctar, protegerse de la predación y alimentarse. Con ello, sus abundancias son relativamente altas comparadas con el matorral xerófilo (*i.e.* alacranes, coleópteros), aunque menores que en los arroyos. En los capítulos 8 y 9 se menciona que, por el contrario, los anfibios y reptiles pueden ser perjudicados a medida que las actividades humanas se incrementan en los oasis, particularmente, las especies de hábitos mesofílicos y cuya historia de vida está más relacionada al cuerpo de agua del oasis y a la vegetación del borde (ver Grismer y McGuire 1993). De esta manera, un decremento del cuerpo de agua o del carrizal provocaría seguramente la eliminación de especies mesofílicas, endémicas varias de ellas. Este efecto ya se ha registrado en otras regiones (Minton 1968, Cochran 1989). En los capítulos 10, 11 y 12, se muestra la importancia que la vegetación de borde (carrizal y palmar) de los oasis tiene tanto para especies de aves residentes especializadas al hábitat, como para especies migratorias invernantes en la Península, denotándose un claro efecto de borde. De hecho, los oasis son de vital importancia para diversas especies migratorias, principalmente insectívoras y en menor grado granívoras, ya que utilizan los oasis como sitios de escala donde se repondrían del estrés producido por el elevado gasto energético que requiere la migración. Invertebrados palatables se encuentran en abundancia en la vegetación asociada al borde, así como los frutos de la palma datilera, uno de los recursos más buscados por las aves debido a su alto contenido de carbohidratos (88% del total de elementos nutritivos). De esta manera, aunque el manejo a pequeña escala que actualmente tiene la mayoría de los oasis en la Península beneficia el paso de especies migratorias e incrementa la presencia de algunas residentes (caso de los *Icterus*, *Cardinalis* y *Melanerpes*), un incremento en algunas de las actividades humanas, que disminuya el nivel de los cuerpos de agua o que modifique la estructura de la vegetación de modo sustancial, seguramente modificaría los patrones de distribución y abundancia de las especies migratorias y residentes, pudiendo inclusive poner en riesgo a algunas de ellas. Un caso extremo es el presentado en el capítulo 10, en donde se muestra que actividades tales como el turismo con la extracción de agua o el "mejoramiento" del paisaje, la agricultura y el uso indiscriminado de carrizo para construcciones rústicas turísticas puede llegar a eliminar al tapaojitos, especie endémica que actualmente se encuentra en peligro de extinción. Este caso ya ocurrió en el oasis de Santiago, donde al abatirse el nivel de agua, se dejó de registrar la especie. En el capítulo 13, se observa que algunas especies de mamíferos se benefician por los oasis, aunque prácticamente todas ellas tengan afinidades xerófilas. Ejemplos importantes son los mapaches,

las ardillas de roca, los zorrillos, las zorras, los babisuris o cacomixtles, los gatos monteses y los murciélagos. Las especies con dietas más amplias, omnívoras, como mapaches y zorras, buscan y consumen en abundancia los frutos de la palma datilera. Sin embargo, las pocas especies mesofílicas se encontrarían amenazadas en el caso de que las actividades humanas cambiasen a una mayor escala, pudiendo inclusive provocar la extinción de algunas de ellas (*i.e.* la rata arrocera endémica en San José del Cabo, Alvarez 1994).

¿Cuáles son los factores que han propiciado estos incrementos en la abundancia de ciertas especies?

Primeramente la construcción de presas en ciertos oasis ha producido que existan cuerpos de agua permanentes, lo que probablemente ha permitido que los tulares se incrementen. El cuerpo de agua atrae por sí mismo a la fauna nativa, en tanto que la vegetación aledaña, nativa e introducida, produce a la vez nuevos "microhábitats" que son rápidamente ocupados por invertebrados y vertebrados. Lo anterior induce a que las interacciones tróficas se incrementen en los sitios adyacentes al cuerpo de agua, pues las densidades se incrementan y las probabilidades de encuentro son mayores. De igual manera, estos sitios se vuelven atractivos para la fauna migratoria, así como sitios potencialmente colonizables. De esta forma, un sistema inicialmente sencillo con una estructura vegetal poco compleja como es el palmar-carrizal, presenta una mayor abundancia de ciertas especies que lo toman en un sistema complejo, inclusive con una complejidad estructural superior al del matorral xerófilo, aunque ésta pueda sólo ser temporal (otoño-invierno). Este hecho contradice las teorías que predicen una mayor riqueza y abundancias específicas de la fauna conforme la estructura de la vegetación se torna más compleja.

Las especies vegetales que aparentemente más pueden beneficiar a la fauna son la palma datilera, la palma de hoja, el mezquite y el carrizal, entre otras. Asimismo, la basura producida por los habitantes de los mismos poblados en el oasis son fuente de alimento importante para la fauna, entre ellos diversos invertebrados, zorras, mapaches, babisuris, coyotes y auras. Especies como los búhos y coyotes también se ven atraídos por la cantidad de roedores asociados a los basureros (Donázar 1992).

¿Cuáles son las actividades humanas que producen efectos negativos sobre la flora y fauna?

Entre los factores que producen efectos negativos por la escala en que están ocurriendo o que potencialmente pueden ocurrir, se determinaron la extracción de agua para el turismo, agricultura y minería, la desecación o drenaje de cuerpos de agua para conversión a zonas agrícolas o frutales, el uso indiscriminado a lo largo de los años de la palma de hoja y del carrizo para construcciones rurales, el trasplante de palmares hacia zonas hoteleras y residenciales, la eliminación del carrizal para el "mejoramiento" del paisaje turístico.



En los oasis que tienen asociados cultivos de pequeña escala (La Purísima-San Isidro, San Pedro de la Presa), se trampea intensivamente a ciertas especies animales (principalmente ardillas y aves paserinas) que producen pérdidas en los sistemas agrícolas. Se necesita determinar el daño real que hacen las poblaciones de esta fauna e implementar técnicas de control efectivo que no produzcan daños a otros elementos no dañinos a su productividad. Por ejemplo, el uso de venenos elimina una parte de la población de ardillas, cuyos cadáveres son consumidos por diversas especies carroñeras que también mueren por el efecto del veneno.

La flora y fauna afectada por las actividades humanas y que, en caso de que aumentasen las actividades se verían quizás totalmente excluidas, son las especies endémicas y las migratorias específicas de los sitios de invernación (*i.e.* semiendémicas *sensu* Gómez de Silva 1996), y las especies con afinidad mesofítica que han encontrado un refugio en los oasis.

¿Cuáles serían las perspectivas a futuro para este tipo de estudios?

Desde un inicio, se planteó la necesidad de validar el sistema de clasificación propuesto para los oasis de la península de Baja California, a través de un estudio de ordenamiento ecológico. Sin embargo el nivel de escala al que nos interesa trabajar para los siete grupos de oasis que planteamos en la clasificación de los 184 oasis actualmente existentes, trae consigo problemas de falta de documentación bibliográfica a nivel de factores físicos (características climáticas e hidrológicas a nivel de localidad), variaciones espacio-temporales de los diversos grupos biológicos y, en particular, la falta de información censal sobre las características socioeconómicas, a nivel de localidad o población. A pesar de que aún no validamos el sistema de clasificación propuesto en el primer capítulo para la totalidad de los oasis, consideramos que una siguiente fase de este estudio sería la de definir los niveles de susceptibilidad de los oasis o humedales ya estudiados, desde los distintos enfoques: de preservación, manejo y de tecnificación de las actividades productivas. Si bien a la fecha aún no contamos con la integración de la información a este nivel, sí podemos sugerir algunos oasis como modelos para proponer un enfoque integral que aborde los tres aspectos antes mencionados. El oasis que a nuestro juicio podría utilizarse para ello es el de San Pedro de La Presa. Este oasis presenta características idóneas para trabajar multidisciplinariamente hacia un modelo de desarrollo autosustentable en donde se preserven las especies acuáticas, actualmente en peligro de extinción; en donde se involucre a la población para promover el mantenimiento y el incremento en el nivel del cuerpo de agua mediante un control eficiente de las malezas que crecen en la periferia del cuerpo de agua. A la par se podría trabajar para definir e instrumentar prácticas de acuacultura para el cultivo de langostinos, actualmente existentes en este oasis; así como para proporcionar una infraestructura más tecnificada en el uso del agua para el riego de las zonas de cultivo y para la crianza de ganado. Nosotros consideramos que el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. actualmente ya cuenta con el conocimiento tecnológico necesario para desarrollar este tipo de proyectos de manera integral. El desarrollo

de un proyecto de este tipo sería muy valioso para promover el mejoramiento del nivel de vida de los pobladores locales, manteniendo un balance con la conservación de la biodiversidad de este tipo de ecosistemas.

### Literatura citada

- Adams, L.W. 1994. Urban wildlife habitats. A landscape perspective. University of Minnesota Press. Minneapolis, MN.
- Alvarez, S.T. 1994. Current status of the rice-rat, *Oryzomys couesi peninsularis*. Southwestern Naturalist 39:99-100.
- Bascietto, J.J. y L.W. Adams. 1983. Frogs and toads of storm water management basins in Columbia, Maryland. Bulletin of Maryland Herpetological Society 19:58-60.
- Best, L.B.,R.C. Whitmore y G.M. Booth. 1990. Use of cornfields by birds during the breeding season: the importance of edge habitat. American Midland Naturalist 123:84-99.
- Bird, D.M.,D. Varland y J.J. Negro (eds.). 1996. Raptors in Human Landscapes. Academic Press, London, UK.
- Colvin, B.A. 1985. Common barn-owl population decline in Ohio and the relationship to agricultural trends. Journal of Field Ornithology 56:224-235.
- Cochran, P.A. 1989. Historical changes in a suburban herpetofauna in DuPage County, Illinois. Bulletin of Chicago Herpetological Society 24:1-7.
- Curtin, C.G. 1995. Can montane landscapes recover from human disturbance? Long-term evidence from disturbed subalpine communities. Biological Conservation 74:49-55.
- Donázar, J.A. 1992. Muladares y basureros en la biología de la conservación de las aves en España. Ardeola 39:29-40.
- Drayton, B. y R.B. Primack. 1996. Plant species lost in an isolated conservation area in metropolitan Boston 1894 to 1993. Conservation Biology 10:30-39.
- Ezcurra, E.,R.S. Felger,A.D. Russell y M. Equihua 1988. Freshwater islands in a desert sand sea: the hidrology, flora, and phytogeography of the Gran Desierto Oases of Northwestern Mexico. Desert Plants 9(2): 35-44.
- Felger, R.S.,P.L. Warren,L.S. Anderson y G.P. Nabhan. 1992. Vascular plants of a desert oasis: Flora and ethnobotany of Quitobaquito, Organ Pipe Cactus National Monument, Arizona. Proceedings of the San Diego Society of Natural History 8: 1-39.

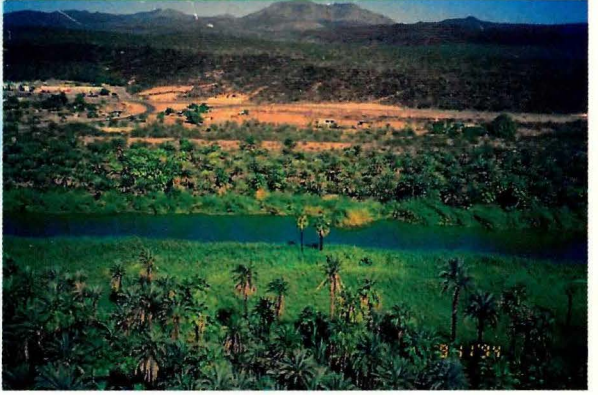
- Foster, L. H. y J.K. Thomson. 1995. Potential interference between a threatened thistle and an invasive nonnative plant. *Conservation Biology* 9:416-425.
- Gómez de Silva, H.G. 1996. The conservation importance of semiendemic species. *Conservation Biology* 10:674-675.
- Green, A.J. 1996. Analyses of globally threatened Anatidae in relation to threats, distribution, migration patterns, and habitat use. *Conservation Biology* 10:1435-1445.
- Hoffmann, C.O. y J.L. Gottschang. 1977. Numbers, distribution, and movements of a racoon population in a suburban residential community. *Journal of Mammalogy* 58:623-636.
- Holm, P.A. 1988. Two populations of the tree lizard (*Urosaurus ornutus*) in southern Arizona. M.S. thesis. University of Arizona, Tucson.
- Hopkins, D.D. y R.B. Forbes. 1980. Dietary patterns of the Virginia opossum in an urban environment. *Murrelet* 61:20-30.
- Kromp, B. y K.H. Steinberger. 1992. Grassy field margins and arthropod diversity: a case study on ground beetles and spiders in eastern Austria (Coleoptera: Carabidae, Arachnida: Aranei, Opiliones). *Agriculture, Ecosystem, Environment* 40:71-93.
- Minton, S.A., Jr. 1968. The fate of amphibians and reptiles in a suburban area. *Journal of Herpetology* 2:113-116.
- Ratsirarson, J., J.A. Silander y A.F. Richard. 1996. Conservation and management of a threatened Madagascar palm species, *Neodypsis decaryi*, Jumelle. *Conservation Biology* 10:40-52.

El libro

**Los Oasis de la Península de Baja California**

Se terminó de imprimir en los  
talleres gráficos del  
**Centro de Investigaciones Biológicas  
del Noroeste, S.C.**  
en el mes de marzo de 1998.  
Su tiraje fue de 1,000 ejemplares.





Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

