



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**



CIENCIAS MARINAS

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE  
CIENCIAS MARINAS  
**BIBLIOTECA**  
**I.P.N.**  
DONATIVO

**DIAGNOSIS ECOLOGICA DE BAHIA  
DE LOBOS, SONORA, MEXICO.**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA

**JOSE ALFREDO ARREOLA LIZARRAGA**

# CONTENIDO

---

	<u>Página</u>
INDICE DE FIGURAS .....	viii
INDICE DE TABLAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCION .....	1
ANTECEDENTES .....	3
JUSTIFICACION .....	7
OBJETIVO .....	8
AREA DE ESTUDIO .....	9
MATERIALES Y METODO .....	11
RESULTADOS .....	16
1.- Investigación científica.....	16
2.- Clima, oceanografía y <b>hábitats</b> principales.. ..	18
3.- Comunidades biológicas.....	23
4.- Actividades humanas.....	31
5.- Aspectos socioculturales y características del asentamiento humano...	36
ANALISIS.....	39
1.- Investigación científica.....	39
2.- Caracterización de la laguna de Lobos.. ..	40
3.- <b>Hábitats</b> principales y sus comunidades.. ..	45
4.- La influencia humana.. ..	54
5.- Sugerencias para el manejo.....	59
CONCLUSIONES .....	69
FIGURAS .....	72
TABLAS .....	97
LITERATURA CITADA.....	110
GLOSARIO .....	119

## INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1.- Localización del área de estudio.....	73
Figura 2.- Estaciones de muestreo y rutas para observación de avifauna.....	74
Figura 3.- Investigación científica en Bahía de Lobos.....	75
Figura 4.- Clima, patrón de vientos y zona de surgencias en el área de estudio....	76
Figura 5.- Batimetría de Bahía de Lobos.....	77
Figura 6.- Temperatura y salinidad del <b>agua</b> en Bahía de Lobos.....	78
Figura 7.- Isotermas durante otoño-invierno 1992/1993, en Bahía de Lobos.....	79
Figura 8.- Isohalinas durante otoño-invierno 1992/1993, en Bahía de Lobos.....	80
Figura 9.- Sedimentología y granulometría en Bahía de Lobos (tomado de Villalba <i>et al.</i> , 1989).....	81
Figura 10.- <b>Hábitats</b> principales de Bahía de Lobos.....	82
Figura 11.- Fitoplancton de Bahía de Lobos (tomado de Hungar-Sierra, 1990).....	83
Figura 12.- Fauna bentónica de Bahía de Lobos (tomado de <b>Campoy-Favela</b> y Calderón-Aguilera, 1991).....	84
Figura 13.- Abundancia y distribución <b>espacial</b> de <i>Penaeus stylirostris</i> durante <b>otoño-invierno 1992/1993</b> en Bahía de Lobos.....	85
Figura 14.- Abundancia y distribución espacial de <i>Callinectes bellicosus</i> durante otoño-invierno 1992/1993 en Bahía de Lobos.....	86
Figura 15.- Especies de peces más importantes por su abundancia en Bahía de Lobos.....	87
Figura 16.- Abundancia de peces durante <b>*mayo/1985 - abril/1986*</b> y <b>octubre/1992-febrero/1993</b> , en Bahía de Lobos (*tomado de Yepiz, 1990).....	88
Figura 17.- Abundancia y distribución espacial de peces y especies más importantes en octubre 1992.....	89
Figura 18.- Abundancia y distribución espacial de peces y especies más importantes en noviembre 1992.....	90
Figura 19.- Abundancia y distribución espacial de peces y especies más importantes en diciembre 1992.....	91
Figura 20.- Abundancia y distribución espacial de peces y especies más importantes en febrero 1993.....	92

Figura 21 .- Categorías <b>ecológicas</b> y componente de importancia económica de la ictiofauna en Bahía de Lobos.....	93
Figura 22.- Sitios de ocurrencia de avifauna acuática y ubicación de la lobera de <i>Zalophus californianus</i> .....	94
Figura 23.- Zonas de pesca, acuicultura, caza y explotación de sal en <b>Bahía</b> de Lobos.....	95
Figura 24.- Tendencias de las capturas de recursos pesqueros en el área de estudio.....	96

## INDICE DE TABLAS

		<u>Página</u>
Tabla I.-	Sinopsis de la investigación científica en Bahía de Lobos.....	98
Tabla II.-	Géneros del <b>fitoplancton</b> dominantes por su abundancia relativa (%), durante agosto 1985 - <b>mayo/1986</b> en Bahía de Lobos (tomado de Hungar-Sierra, 1990).....	99
Tabla III.-	Invertebrados bentónicos de Bahía de Lobos (complementado de Calderón-Aguilera y <b>Campoy- Favela</b> , 1993).....	100
Tabla IV.-	Abundancia de invertebrados colectados con red de arrastre durante otoño-invierno 1992-1993 en Bahía de Lobos .....	102
Tabla V.-	Elenco sistemático de los peces de Bahía de Lobos (complementado del de Yepiz, 1990).....	103
Tabla VI.-	Clasificación ecológica de los peces de Bahía de Lobos .....	105
Tabla VII.-	Peces de importancia comercial en Bahía de Lobos.....	106
Tabla VIII.-	Elenco sistemático de la avifauna acuática, especies con <b>estatus</b> legal de protección, componente migratorio y <b>hábitats</b> utilizados en Bahía de Lobos.....	107
Tabla IX.-	Fuentes contaminantes del colector <b>número dos</b> del Valle del Yaqui (tomado de Córdova et al., 1993).....	109
Tabla X.-	Concentraciones de plaguicidas en el agua ( <b>mg/l</b> ) del colector <b>número dos</b> del Valle del Yaqui (tomado de Castro <i>et al.</i> , 1993)..	109
Tabla XI.-	Concentraciones de plaguicidas en el sedimento ( <b>mg/l</b> ) del colector <b>número dos</b> del Valle del Yaqui (tomado de Castro <i>et al.</i> , 1993).....	109
Tabla XII.-	Criterios de calidad de agua, CE-CCA-001/89, Diario Oficial de la Federación 13 de diciembre 1989 (tomado de Castro <i>et al.</i> , 1993).....	109

## RESUMEN

### DIAGNOSIS ECOLOGICA DE BAHIA DE LOBOS, SONORA, MEXICO.

Se presenta una diagnosis ecológica de Bahía de Lobos, Sonora, que se elaboró integrando la información preexistente y adicionando los resultados de muestreos y observaciones de campo realizados durante otoño-invierno 1992/1993. El área ha sido objeto de investigación desde 1972, con un total de 35 trabajos científicos hasta 1994, sin embargo el conocimiento del ecosistema es todavía pobre. Bahía de Lobos es una laguna costera, antiestuarina, somera y se comunica al mar por medio de dos bocas abiertas todo el año; está influenciada por un clima árido con lluvias en verano e invierno, así como por un patrón de vientos estacionales. La circulación del agua es generada principalmente por las mareas, los aportes de agua dulce son un colector de aguas residuales y las lluvias, la temperatura del agua varía entre 16 °C y 38 °C y la salinidad entre 17 y 39 partes por mil, pero sólo se registran valores bajos de salinidad donde desemboca el colector. Los sedimentos se componen de arenas en las bocas y limos en el resto de la laguna. Tanto la vía detrítica como la vía fotosintética son importantes en su producción orgánica, su productividad primaria es de 34 a 83 mg C/m<sup>3</sup>/h. El fitoplancton se caracteriza por diatomeas de agosto a noviembre y nanoflagelados de diciembre a febrero, se carece de información sobre zooplancton. En el fitobentos es notable *Zostera marina* durante el invierno; en el zoobentos, por su número de especies dominan los poliquetos (53.3 %), crustáceos (22.8 %) y moluscos (17.8%). El necton se caracteriza por 74 especies de peces, agrupadas en 60 géneros y 37 familias; del total, 11 se encuentran todo el año, 41 utilizan el área como sitio de crianza, 15 ocurren para alimentarse y 7 son visitantes ocasionales; adicionalmente 39 tienen importancia económica. La avifauna acuática está representada por 56 especies, pertenecientes a 35 géneros y 15 familias, 35 especies son migratorias. En el área ocurren aves bajo protección especial (*Anas americana*, *A. acuta*, *Ardea herodias*, *Aythya affinis*), amenazadas (*Larus heermanni*, *Sterna elegans*), en peligro de extinción (*Sterna antillarum*). Además el lobo marino (*Zalophus californianus*) está bajo protección especial. En este ecosistema costero se caracterizaron 5 hábitats principales: zona pelágica, zona sublitoral, zona de entre mareas, zona de manglar y esteros, y zona de dunas costeras, los cuales constituyen áreas de reproducción, crianza, alimentación y refugio para especies que requieren protección especial o que son recursos pesqueros. Las actividades humanas que se desarrollan son la caza, pesca, acuicultura y explotación de sal; los principales problemas asociados con el uso de la laguna son: (1) la carencia de regulación para la mayoría de los recursos pesqueros; (2) la actividad cinegética genera disturbios en hábitats donde ocurren especies que requieren protección, así como conflictos sociales; (3) las aguas residuales vertidas sin tratamiento están ocasionando deterioro ambiental manifestado por signos de eutrofización, contaminación bacteriana, presencia de agroquímicos tóxicos y modificación de las características físicas. Se hacen sugerencias para el manejo con acciones orientadas a (1) eliminar las fuentes de contaminación, (2) ordenar el uso de los recursos pesqueros y desarrollar proyectos acuícolas, (3) restaurar y mantener la calidad de hábitats, (4) preservar las especies consideradas bajo protección especial, amenazadas y en peligro de extinción, (5) realizar investigación científica, (6) instrumentar programas de educación ambiental, así como fomentar la participación comunitaria y (7) llevar a cabo monitoreo de los efectos de la intervención humana. En el proceso de manejo se considera imprescindible la participación de la comunidad Yaqui, debido a que Bahía de Lobos es parte de su patrimonio.

## ABSTRACT

### ECOLOGICAL DIAGNOSIS OF BAHIA DE LOBOS, SONORA, MEXICO.

An ecological diagnosis of Bahia Lobos, Sonora, is presented, which was based on an integration of all previous research, and on field observations; samples, were obtained during fall-winter 1992-1993. Research on this area has been carried out since 1972. There are a total of 35 publications up to 1994, although the knowledge of that ecosystem is still poor. Bahia de Lobos is a shallow and antiestuarine coastal lagoon, connected to the sea by two mouths which are open year-round. It is influenced by an arid climate with summer and winter rains and by seasonal winds. The water circulation is mainly generated by tides. Freshwater input comes from a waste water collecting channel and rains. The water temperature is between 16<sup>o</sup> C and 38<sup>o</sup> C. Salinity is between 17 and 39 part per thousand, and low salinity is only registered in the area of influence of the collecting channel; sandy sediments are found at the mouths and mud in the rest of the lagoon. Both detrital and photosynthetic food chains are important in the organic production in the lagoon. The primary productivity is between 34 to 83 mg C/m<sup>3</sup> /h. The phytoplankton is composed of diatoms from August to November and nanoflagellates from December to February. There are no records on zooplankton. *Zostera marina* is evident during winter in the phytobenthos. The dominant taxa in the zoobenthos are polychaete (53.3 %), crustacean (22.8 %) and mollusca (17.8%). The nekton is characterized by 74 species of fishes, belonging to 60 genus and 37 families, 11 species are year-round residents, 41 species use this area as nursery grounds, 15 species as feeding grounds, and 7 species are occasional visitors. Thirty nine of them are economically important. There are 56 species of aquatic birds, belonging to 35 genus and 15 families; 35 of them are migratory. In this area there are birds which are protected (*Anas americana*, *A. acuta*, *Ardea herodias*, *Aythya affinis*), threatened (*Larus heermanni*, *Sterna elegans*), endangered (*Sterna antillarum*); in addition, the California sea lion (*Zalophus californianus*) is also protected. Five main habitats were defined in this coastal ecosystem: pelagic zone, subtidal zone, intertidal zone, mangroves and channels zone, and coastal dunes zone. These are areas of reproduction, nursery, feeding and refuge for species that need special protection or are fishing grounds. The human activities are hunting, fishing, aquaculture and salt production. The main problems associated with the use of the lagoon are (1) most fisheries resources are not regulated; (2) hunting disturbs the habitats of wild species that need protection (in addition hunting causes social conflicts); (3) waste waters that are discharged without treatment cause environmental deterioration which is manifested by eutrophication, bacterial contamination, presence of toxic agrochemical and modification of physical characteristics. This study concludes with recommendations for a management approach (1) to eliminate pollution, (2) to regulate fisheries resources and develop aquaculture projects, (3) to restore and preserve habitats, (4) to protect threatened and endangered species, (5) to make scientific surveys, (6) to implement environmental education programs and (7) to implement monitoring program of human impact. The participation of Yaqui community will be necessary for the management of the Bahia de Lobos because this coastal lagoon is their patrimony.

## INTRODUCCION

La agenda 21 adoptada por la Organización de las Naciones Unidas en la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo, efectuada en Río de Janeiro en junio de 1992, contempla al manejo integrado de la zona costera como una necesidad (Goldberg, 1994).

En la zona costera de nuestro país hay más de 123 lagunas costeras (Lankford, 1977), que cubren una superficie aproximada de 12,555 Km<sup>2</sup> y representan entre el 30 % y 35 % de los 11,543 Km que conforman el litoral mexicano (Cárdenas, 1969; Phleger, 1969; Yáñez-Arancibia, 1986; Contreras, 1993). Sin embargo, a pesar de ser consideradas como áreas valiosas por su importancia ecológica y económica, así como vulnerables al impacto humano (UNESCO, 1980), las acciones de conservación y manejo en estos ecosistemas costeros hasta el momento son limitadas.

En este contexto, el uso actual y potencial de los ecosistemas costeros mexicanos requiere ser planificado para lograr su conservación. Una estrategia significativa de conservación y manejo señalada por UICN/PNUMA/WWF (1991), es el establecimiento de áreas naturales protegidas (ANP).

Las ANP tienen diversos propósitos relacionados con el mantenimiento de procesos ecológicos, de la biodiversidad (génética, específica, de hábitats y de ecosistemas), de la capacidad productiva de ecosistemas, así como el uso regulado de recursos. Adicionalmente, promueven la investigación y la educación, proporcionan espacios para la recreación y otorgan protección a sitios de valor histórico y cultural (Dixon y Sherman, 1990).

En México, las distintas categorías de ANP y los ordenamientos para su declaratoria y administración, están contenidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Diario Of. de la Fed., 1988a). En el documento de la SEDESOL (1993), se señalan 14 ANP costeras y aunque recientemente se han decretado otras seis más que incluyen ecosistemas marinos (Diario Of. de la Fed., 1994b, 1995), su número todavía es reducido.

Particularmente, el Estado de Sonora cuenta con 1,207 Km de cordón litoral y existen 25 lagunas costeras que cubren una superficie de 5 1,700 ha (Contreras, 1993). En la porción sur de la entidad, a lo largo de casi 400 Km de litoral, se encuentran ubicadas la mayoría de los ecosistemas lagunares. En esta región se localiza Bahía de Lobos, siendo



la de mayor extensión en la costa sonorenses con 14,070 ha, lo que representa el 28.4 % de la superficie cubierta por estos cuerpos de agua en la entidad.

Bahía de Lobos, por su importancia ecológica (alta producción biológica), económica (sustenta pesquerías artesanales) y sociocultural (patrimonio de la comunidad Yaqui), está propuesta para establecerse como área natural protegida (Arreola-Lizárraga, 1993). Con este antecedente, el presente trabajo tiene el propósito de exponer de manera integrada la situación actual del área, sobre la base del conocimiento científico y proponer directrices para su manejo.

## ANTECEDENTES

En el documento “Cuidar la Tierra: Estrategia para el Futuro de la Vida”, publicado en 1991 en forma conjunta por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF) (por sus siglas en inglés), señala que la red mundial de áreas protegidas costeras y marinas se encuentra poco desarrollada, por lo que es necesario establecer directrices para designar nuevas áreas, ampliar las existentes mediante planes regionales y preparar e instrumentar sus respectivos planes de manejo.

En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Diario Of. de la Fed., 1988a), contiene el marco jurídico para el establecimiento de las áreas naturales protegidas (ANP), contemplando nueve categorías: (1) Reserva de la Biosfera, (2) Reserva Especial de la Biosfera, (3) Parque Nacional, (4) Monumento Natural, (5) Parque Marino Nacional, (6) **Area** de Protección de Recursos Naturales, (7) **Area** de Protección de Flora y Fauna, (8) Parque Urbano, y (9) Zona Sujeta a Conservación Ecológica. Cada una de las categorías persigue objetivos particulares de conservación, siendo de interés de la Federación las primeras siete y de jurisdicción Estatal o Municipal las últimas dos.

La SEDESOL (1993), compila 75 ANP federales, agrupadas en las categorías de Reserva de la Biosfera (11), Reserva Especial de la Biosfera (13), Parque Nacional (45), Monumento Natural (3), **Area** de Protección de Flora y Fauna Silvestre y Acuática (2), y Parque Marino (1). A éstas habría que agregar cinco Reservas de la Biosfera, dos **Areas** de Protección de Flora y Fauna, así como dos Parques Marinos, que fueron decretadas posteriormente (Diario Of. de la Fed., 1994b, 1995).

Sin embargo, cabe señalar la existencia de imprecisiones respecto al número, categoría y superficie de las ANP decretadas en México; esto se debe a que hay sobreposición de decretos y categorías para una misma área, así como decretos que no establecen límites *y/o* superficies (Breceda *et al.*, 1991; Villaseñor, 1992); además se presentan otras irregularidades, por ejemplo, en el documento de la SEDESOL (1993) se considera a Isla Guadalupe, Isla Rasa e Islas del Golfo de California como “Reservas Especiales de la Biosfera”, pero no existe ningún decreto oficial que las incluya en dicha categoría. Adicionalmente, es pertinente mencionar que la mayoría de las ANP carecen de planes de manejo o si los tienen su ejecución es aún incipiente.

En nuestro país, las ANP con ecosistemas marinos, decretadas por el Gobierno Federal y que tienen categorías de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, son:

### **Reservas de la Biosfera.**

- (d) 1.- El Vizcaíno (Baja California Sur): 2'546,790 ha.
- (c) 2.- Sian Ka'an (Quintana Roo): 528,147 ha.
- (a) 3.- Pantanos de Centla (Tabasco): 302,710 ha.
- (e) 4.- Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (Sonora y Baja California): 942,270 ha.
- (f) 5.- Archipiélago de Revillagigedo, integrado por Isla San Benedicto, Isla Clarión o Santa Rosa, Isla Socorro o Santo Tomás e Isla Roca Partida: 636, 685 ha.
- (g) 6.- La Encrucijada (Chiapas): 144,868 ha.

### **Reservas Especiales de la Biosfera.**

- (a) 7.- Isla Contoy (Quintana Roo): 176 ha.
- (a) 8.- Ría Celestun (Yucatán): 59,130 ha.
- (a) 9.- Ría Lagartos (Yucatán): 47,840 ha.

### **Parques Nacionales.**

- (a) 10.- Isla Isabel (Nayarit): 194 ha.
- (a) 11.- Lagunas de Chacahua (Oaxaca): 14,187 ha.
- (b) 12.- Tulum (Quintana Roo): 664 ha.

### **Parques Marinos.**

- (a) 13.- Sistema Arrecifal Veracruzano (Veracruz): 52,238 ha.
- (f) 14.- Arrecife Alacranes (Yucatan): 333,768 ha.
- (g) 15.- Cabo Pulmo (Baja California Sur): 7,111 ha.

### **Area de Protección de Flora y Fauna.**

- (f) 16.- Laguna de Términos (Campeche): 705,016 ha.
- (f) 17.- Yum Balam (Quintana Roo): 154,052 ha.

---

(a) Fuente: **SEDESOL** (1993).  
(b) Fuente: *Diario Of. de la Fed.* (1981).  
(c) Fuente: *Diario Of. de la Fed.* (1986).  
(d) Fuente: *Diario Of. de la Fed.* (19886).  
(e) Fuente: *Diario Of. de la Fed.* (1993).  
(f) Fuente: *Diario Of. de la Fed.* (19946).  
(g) Fuente: *Diario Of. de la Fed.* (1995).

En el Golfo de California las ANP son: la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (Diario Of. de la Fed., 1988b), que por su extensión constituye el ANP más grande de México. Es necesario decir que en esta reserva la protección de ecosistemas marinos, actualmente, está enfocada sólo a los localizados en su porción del Océano Pacífico; específicamente, al Sistema Lagunar Ojo de Liebre y a la Laguna San Ignacio, las cuales como lo señalan Breceda *et al.* (1991), habían sido decretadas anteriormente como “Refugio de Flora y Fauna Silvestre”, el 11 de septiembre de 1972 y 28 de marzo de 1980, respectivamente. Las otras ANP son la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del **Río** Colorado (Diario Of. de la Fed., 1993), que representa el ANP con mayor superficie de ecosistemas marinos en el país, y el Parque Marino Cabo Pulmo, único arrecife coralino del golfo (Diario Of. de la Fed., 1995). Adicionalmente, con categoría estatal, se tiene al Estero de San José del Cabo, B.C.S., decretado como Zona Sujeta a Conservación Ecológica en 1994 (Boletín Of. del Gob. B.C.S., 1994).

En el Golfo de California, existen otras áreas que fueron decretadas por la Federación con el fin de otorgar protección a flora, fauna y ecosistemas marinos, pero su categoría no corresponde a las que contempla la legislación actual. Estas son, el área de Cabo San Lucas (B.C.S.), establecida el 29 de noviembre de 1973 como “Zona de Refugio Submarino de Flora y Fauna y Condiciones Ecológica de Fondo” (Breceda *et al.*, 1991); así como, 53 islas del Golfo de California decretadas con la categoría de “Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre” (Diario Of. de la Fed., 1978). También, Isla Tiburón, la más grande de México con 120,756 ha además de formar parte de la “Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre” (Diario Of. de la Fed., 1978), cuenta con el decreto de “Reserva Natural y Refugio de Fauna Silvestre” (Diario Of. de la Fed., 1963).

En el caso de Bahía de Lobos, el primer esfuerzo para promover su conservación fue hecho en 1986 cuando la Red Hemisférica de Aves Playeras la incluyó en el inventario de humedales de la región Neotropical, donde según Scott y Carbone<sup>11</sup> (1986), se encuentran considerados los ambientes acuáticos que desde el punto de vista de la conservación son de mayor importancia.

Posteriormente, a principios de 1992, el Gobierno del Estado de Sonora creó el programa Sistema de **Áreas** Naturales Protegidas del Estado de Sonora (SANPES), con el propósito de establecer áreas naturales protegidas en diversas regiones de la entidad, siendo una de ellas Bahía de Lobos. El SANPES se lleva cabo en el Centro Ecológico de Sonora, con el apoyo financiero de The Nature Conservancy (TNC), Agency for

International Development (USAID) y North American Wetlands Conservation Council (NAWCC).

En mayo de 1993, como parte de las actividades del SANPES, se sometió una propuesta a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para establecer a Bahía de Lobos como ANP con la categoría de **Area** de Protección de Flora y Fauna Silvestre y Acuática (APFFSA). La categoría de manejo propuesta para Bahía de Lobos (APFFSA), fué aprobada por la SEDESOL en noviembre de 1993, pero hasta el momento no se ha emitido ningún decreto oficial para establecerla como ANP.

Los fundamentos para proponerla como APFFSA se basaron en el artículo 54 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que menciona que las ANP con dicha categoría se establecerán en "...los lugares que contienen los **hábitats** de cuyo equilibrio y preservación dependen la asistencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna", como es el caso para esta laguna costera; "...**podrán** permitirse actividades de preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio e investigación de las especies, así como de educación y difusión en la materia", que son necesarias en Bahía de Lobos, y "...**podrá** autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que **ahí** habiten...", lo que es elemental para el desarrollo de la población local (Arreola-Lizárraga, 1994a).

En Bahía de Lobos se han realizado investigaciones marinas en diversas áreas como Plancton, Bentos, Necton, Oceanografía, Ecología, Pesquerías, Conservación y Contaminación, aunque en general el número de trabajos es reducido. En el presente estudio se analizan e integran sus resultados para fortalecer el diagnóstico y las sugerencias de manejo.

## JUSTIFICACION

El Golfo de California ha sido de gran interés científico, esto se hace patente con los 8224 trabajos realizados hasta junio de 1991, citados por Schwartloze et al. (1992); no obstante, los sistemas costeros que conforman su litoral en su mayoría carecen de estudios integrales, así como de políticas de uso y manejo. Y como consecuencia de la manera que han sido utilizados, algunos manifiestan signos de deterioro.

Particularmente, la costa continental contrasta con la peninsular en términos de asentamientos y actividades humanas, ya que a lo largo de ésta (continental), existen varios puertos importantes y en sus planicies costeras hay extensas zonas agrícolas, presentándose contaminación urbana y drenajes agrícolas residuales con efectos negativos sobre las pesquerías (Merino, 1987).

Así mismo, hay que destacar que sobre la costa continental del Golfo de California se encuentran localizadas la mayoría de sus lagunas costeras. Conservar estos ecosistemas requiere de conocer y comprender su situación a través de diagnósticos que integren sus características ecológicas, biológicas, así como la condición y uso que presentan en cada región particular.

A este tópico particular se dirigió el presente estudio, considerando el interés del Gobierno del Estado de Sonora y los apoyos económicos otorgados por parte de agencias internacionales (TNC, USAID, NAWCC), para salvaguardar uno de los ecosistemas costeros más importantes de la entidad (Bahía de Lobos), que tiene además, como elemento singular y sobresaliente, el atributo de ser patrimonio natural de los Yaquis y representar la principal zona de pesca y sustento para los pescadores de esta comunidad indígena.

## OBJETIVO

Elaborar una diagnosis ecológica de Bahía de Lobos, Sonora, con el fin de contribuir al establecimiento de criterios para desarrollar acciones de manejo costero.

Para dar cumplimiento al objetivo se establecieron las siguientes metas:

- 1) Analizar el estado de la investigación científica en Bahía de Lobos.
- 2) Integrar la información sobre las características climáticas y oceanográficas del área.
- 3) Determinar y caracterizar los **hábitats** principales de Bahía de Lobos.
- 4) Integrar el conocimiento sobre las comunidades biológicas: plancton, bentos, **necton**, avifauna acuática y mamíferos marinos.
- 5) Identificar las actividades humanas que se desarrollan en el área y señalar su influencia en el ecosistema y sus recursos.
- 6) Describir los aspectos socioculturales y señalar las características del asentamiento humano ubicado en el área de estudio.

## AREA DE ESTUDIO

Bahía de Lobos se encuentra ubicada en la porción media de la costa oriental del Golfo de California, en la parte sur del litoral del estado de Sonora. Se localiza entre los 27 18' y 27 26' de latitud norte y los 110 27' y 110 36' de longitud oeste (figura 1).

Con base en la clasificación de las lagunas costeras mexicanas hecha por Lankford (1977), Bahía de Lobos pertenece al Tipo II-A, ya que es una laguna de sedimentación terrígena diferencial que se presenta en un sistema deltaíco producido por sedimentación irregular (Delta del Río Yaqui); adicionalmente, es una depresión intradeltáica y marginal por presentar una típica barra de arena llamada Isla Lobos.

En esta laguna costera el espejo de agua tiene alrededor de 11,800 ha; los esteros y ensenadas cubren un área aproximada de 4,500 ha; e Isla Lobos, que es la barra de arena que da conformación a la laguna, tiene una longitud de 17.5 Km y una superficie de 1,950 ha. Las dos bocas de la laguna son permanentes, Boca Las Piedras o Boca Norte de 2.4 Km de ancho y Boca Sur con 0.8 Km de ancho.

De acuerdo con las cartas topográfica, y de uso del suelo y vegetación de INEGI (1980) e INEGI (1984b), respectivamente, la porción terrestre del área se encuentra entre los 0 y 10 metros de altitud representando un área plana de pendiente muy suave. La franja costera que colinda con el Golfo de California se conforma por playas largas y arenosas, donde existen dunas activas y estabilizadas; los esteros y ensenadas, se caracterizan por estar bordeados con vegetación de manglar. En las llanuras de inundación y zonas aledañas a la laguna la vegetación está conformada principalmente por agrupaciones de halófitas.

Esta laguna forma parte de la llanura deltaíca del Río Yaqui, formada por depósitos de aluvión, lagunares y de antiguas playas del Pleistoceno y del Reciente; aunque en la actualidad puede considerarse como un delta inactivo debido al control de las aguas en el distrito de riego del Valle del Yaqui. Los sedimentos que constituyen el delta son aportes del Río Yaqui que en su curso erosiona rocas volcánicas, cretácicas, terciarias y algunas intrusivas (Allison, 1964; citado en Garduño, 1974).

Por su ubicación geográfica y de acuerdo con la clasificación de Carranza-Edwards *et al.* (1975) sobre las unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas, el área de estudio se encuentra en la Unidad Morfotectónica VII, correspondiente a la



planicie costera Noroccidental de la **cordillera** Neovolcánica y que comprende los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit.

Según la regionalización de provincias **fisiográficas** de INEGI (1987) citado en Alvarez-Arellano y Gaitán-Morán (1994), el área de estudio pertenece a la provincia **LLanura** Costera Oriental del Golfo de California, subprovincia Cuenca **Yaqui/San** Lorenzo/Acaponeta. Esta llanura en su mayor parte está cubierta por materiales depositados por los ríos originados en la Sierra Madre Occidental y se presentan complejos deltaícos como el formado por el Río Yaqui.

Siguiendo el criterio de Lankford (1977), esta laguna se encuentra en la Región C: Mar de Cortés, que comprende las costas continentales del Golfo de California, desde el **Río** Colorado hasta Mazatlán. En esta región el relieve costero va de intermedio a alto, las planicies costeras son de angostas a amplias y hay un derrame limitado de agua.

Considerando la clasificación basada en grandes efectos de **téctonica** de placas propuesta por Inman y Nordstrom (1971), en la región se presentan costas de arrastre de **neoeje**. De acuerdo con la **clasificación** de Shepard (1967), basada en la geomorfología, el área corresponde a costas primarias con depositación subaérea y por vientos.

Desde el punto de vista **biogeográfico**, siguiendo a Walker (1960), Bahía de Lobos se encuentra en la región Bajo Golfo, que en su porción oriental, comprende desde **Guaymas** hasta el extremo sur del Golfo de California.

## **MATERIALES Y METODO**

El procedimiento metodológico se dividió en tres etapas: (1) revisión de información preexistente, (2) realización de muestreos biológicos y observaciones de campo y (3) integración y organización de la información.

### **1.- Revisión de información preexistente.**

Se recopilaron y analizaron todos los trabajos científicos realizados sobre Bahía de Lobos, incluyendo publicaciones, tesis, informes técnicos, trabajos en extenso y resúmenes de ponencias presentadas en reuniones científicas. Esto se hizo mediante la revisión de bibliografía y cuando fué posible, a través de la consulta directa con investigadores que habían o estaban trabajando en el área. Además, se recopiló información sobre topografía y sobre uso del suelo y vegetación, a partir de las cartas temáticas escala 1:50,000 y 1:250,000 elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Se detectaron las actividades que se desarrollaban en el área (pesca, acuicultura, caza, explotación de sal) o tenían influencia sobre la laguna (agropecuarias y asentamientos humanos); y se colectó información sobre recursos pesqueros explotados, volúmenes de captura, artes de pesca, número y tipo de embarcaciones utilizadas; especies y número de organismos cultivados; especies de interés cinegético; volúmenes de extracción de sal; y sobre descargas de aguas residuales agrícolas y urbanas a la laguna. Las fuentes de información fueron los propios trabajos científicos, así como Secretaría de Pesca, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos y la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “Comunidades Yaquis”.

Adicionalmente, se obtuvo información sobre las características del asentamiento humano ubicado en el área de estudio, a partir del último censo de población y vivienda realizado por el INEGI.

### **2.- Muestreos biológicos y observaciones de campo.**

Los datos biológicos del presente estudio fueron producto de actividades desarrolladas para formular una propuesta de decreto de área natural protegida. Los muestreos biológicos estuvieron limitados a los recursos económicos disponibles para un tiempo determinado (otoño-invierno 1992- 1993). Los muestreos y observaciones de campo fueron dirigidos a generar y complementar información específica, de tal forma que se

**realizaron** una vez que se revisó la información existente sobre el área. En este sentido, los muestreos se efectuaron para elaborar y complementar, en su caso, los elencos sistemáticos de invertebrados, peces y aves, así como conocer la distribución y abundancia espacio-temporal de peces, camarón y jaiba.

El trabajo de campo se realizó durante otoño-invierno, en los meses de octubre, noviembre, diciembre de 1992 y febrero de 1993. En cada mes mencionado se trabajó durante 6 días en el área de estudio. Para las colectas de invertebrados y peces se estableció una red de estaciones de muestreo, con un total de 14 sitios (figura 2).

Los muestreos se llevaron a cabo en una embarcación de fibra de vidrio de 21 pies de eslora equipada con motor fuera de borda de 75 HP. La colecta de organismos se efectuó con una red de arrastre camaronera de prueba (“chango”), con luz de malla de 2 cm, la red tenía una longitud de 6 m, las compuertas (“tablas”) a las cuales se une la red median 1.5 m de largo por 1 m de altura, las compuertas durante el lance tenían una distancia entre ellas de 4 m, dato que se consideró como abertura de la red.

En cada estación de colecta se hizo un lance de 3 minutos de arrastre efectivo. La velocidad de la embarcación durante el arrastre se calculó para cada muestreo realizado, registrando el tiempo (seg) que tardaba una boya en llegar de la proa a la popa de la embarcación, dato que fué dividido entre la longitud (m) de la embarcación para registrar la velocidad (m/seg).

Los organismos obtenidos en cada arrastre se identificaron y cuantificaron. Cuando no fué posible su determinación específica, se registraron como tipos morfológicos y se separaron dos **especímenes** para su posterior determinación en el laboratorio. Los organismos representantes de las distintas especies fueron depositados en frascos de vidrio debidamente etiquetados, fijados con formaldehído al 5 % y conservados en alcohol etílico al 75 %. Complementario a los muestreos biológicos, en cada una de las estaciones de colecta se registró la temperatura superficial con un termómetro de cubeta escala 0-100 °C y la salinidad del agua de mar con un refractómetro marca Reichert-Jung.

Los datos de captura se estandarizaron (E), a número de **organismos/área** barrida, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$E = \text{No. organismos/área barrida}$

donde, área barrida = (abertura de la red)(distancia recorrida)

donde, distancia recorrida = velocidad de arrastre/tiempo de arrastre.

Por otra parte, a partir de las observaciones de campo se determinó la composición específica de la avifauna acuática, se efectuaron colectas a discreción de moluscos bivalvos y gasterópodos en la zona intermareal y se realizaron visitas a la lobera de *Zalophus californianus* para contar el número de individuos.

Para determinar las especies de aves se establecieron rutas de observación que incluyeron toda el área de estudio (figura 2). Durante los recorridos se fueron registrando en un mapa (escala 1 :50,000), los sitios de ocurrencia de las distintas especies. Para realizar las observaciones se utilizaron binoculares NIKON de 10 x 50 y se tomaron fotografías en diapositiva utilizando una cámara Pentax con lente Macro Sigma UC Zoom 70-210 mm, 1:4 - 5.6, para tener un registro de las especies.

Para la identificación de los invertebrados se utilizó el trabajo de Brusca (1980); para los peces el Catálogo de Peces Marinos Mexicanos de SIC (1976), así como los trabajos de Castro-Aguirre (1978), Thomson y Mckibbw (1978) y Eschmeyer et al. (1983). Para las aves la guía de Scott (1987). Así mismo, para ordenar el elenco sistemático de los peces se siguió el criterio de Nelson (1994), mientras que para el de la avifauna el trabajo de la American Ornithologists' Union (1983).

Las observaciones de campo también se dirigieron a conocer el uso de la laguna a través de entrevistas con los pescadores y observación directa; las entrevistas se hicieron de manera informal sin papel y lápiz frente a los pescadores, no obstante, la información así obtenida, aunado a las observaciones directas, resultó valiosa para detectar zonas de pesca, sitios donde se desarrolla actividad cinegética y áreas utilizadas para desarrollo de acuacultura y explotación salina, así como la existencia de modificaciones, disturbios y amenazas al ecosistema.

### **3.- Integración y organización de la información.**

La información se integró y organizó tomando en cuenta las metas planteadas. En este sentido, se presenta la situación de la investigación mostrando su desarrollo histórico, las áreas del conocimiento abordadas y el tipo de trabajo que contiene los resultados de cada estudio realizado.

La información sobre las características climáticas y oceanográficas fué el resultado de la integración y síntesis de estudios efectuados en Bahía de Lobos y de otros trabajos que señalan las condiciones que prevalecen en esta región del Golfo de California.

La determinación de los **hábitats** principales tuvo un enfoque pragmático y se realizó con el propósito de fortalecer el diagnóstico. El criterio utilizado se basó en la aplicación de conceptos básicos de ecología marina, tomando en cuenta las características geomorfológicas, oceanográficas y biológicas del ecosistema. La descripción de sus características se apoyó en la información científica generada sobre el área y en las cartas temáticas del INEGI.

El apartado sobre las comunidades biológicas (plancton, necton, bentos, necton, avifauna acuática y mamíferos marinos) corresponde a una síntesis e integración de los trabajos realizados que contenían información relevante en los temas correspondientes y los resultados generados por los muestreos biológicos y observaciones de campo realizados en este estudio. Este mismo criterio se utilizó para exponer el apartado sobre las actividades humanas.

Los aspectos socioculturales y las características del asentamiento humano en el área, corresponden a una **descripción** sucinta de los elementos sobresalientes de la cultura Yaqui, así como de las condiciones de bienestar social que prevalecen en el poblado adyacente a la laguna.

Como productos particulares se presentan los elencos sistemáticos de invertebrados, peces y aves. Para el caso de los peces, se hizo una clasificación ecológica siguiendo el criterio de **McHugh** (1967) y se destacan las especies de importancia económica. Para la avifauna, se señalan el hábitat de ocurrencia y aquellas especies que están consideradas bajo protección especial, amenazadas o en peligro de extinción, según consta en la Norma Oficial Mexicana NOM-CRN-001-ECOL/1993 (Diario Of. de la Fed., 1994a).

En particular, la clasificación ecológica de los peces se apoyó en el estudio de **Yepiz** (1990), que entre sus resultados presenta la frecuencia de ocurrencia de las especies de peces en el área durante un ciclo anual; en las observaciones realizadas en el presente estudio sobre las etapas (juvenil o adulto) de los organismos colectados; en los resultados obtenidos por **Amezcu-Linares** (1977) y **Yáñez-Arancibia** (1978), quienes también clasificaron con el mismo criterio a los peces de los sistemas lagunares que estudiaron; así como en información particular sobre el ciclo de vida y aspectos ecológicos de algunas especies mencionadas en los trabajos de **Castro-Aguirre** (1978), **Ruiz-Durá** (1985) y **Torres-Orozco** (1991).

Para señalar las especies de peces de importancia económica en el área, se contrastó el elenco sistemático obtenido, con la información presentada en los trabajos de Pérez-Salmerón y Ruiz-Luna (1985), Ruiz-Dura (1985) y Torres-Orozco (1991).

Por otro lado, mediante mapas se muestran las características climáticas, oceanográficas, abundancia y distribución de camarón (*Penaeus stylirostris*), jaiba (*Callinectes bellicosus*) y peces, sitios de ocurrencia de avifauna acuática, hábitats principales y usos de la laguna. En forma gráfica se presentan las líneas de investigación abordadas, la abundancia de fitoplancton, invertebrados, peces, así como volúmenes de captura de recursos pesqueros en el área. Las tablas se utilizaron para mostrar la sinopsis de la investigación científica en el área, los elencos sistemáticos y datos sobre contaminación.

## RESULTADOS

Los resultados se dividen en 5 apartados que tratan: (1) investigación **científica**, (2) clima, oceanografía y **hábitats** principales, (3) comunidades biológicas, (4) actividades humanas y (5) aspectos socioculturales y características del asentamiento humano en el área.

### **1.- Investigación científica.**

En Bahía de Lobos, las investigaciones marinas se iniciaron en 1972 y hasta 1979 se habían efectuado 6 trabajos; de 1980 a 1989 se hicieron 7 estudios y de 1990 a 1994 se presentaron resultados de 22 investigaciones. De tal forma que hasta el momento se cuenta con un total de 35 estudios realizados (figura 3a).

Los primeros estudios se llevaron a cabo en la década de 1970 y corresponden a Peña (1972), quien señaló la presencia de pesticidas en la zona; Pérez (1973), describió la batimetría, mencionando la dirección de los flujos de entrada de las corrientes marinas; Garduño (1974), dió a conocer la importancia pesquera del área, así como la explotación de los recursos pesqueros, su manejo y sus problemas; Márquez (1976), trató los aspectos de la captura y esfuerzo de la pesquería del camarón; Gilmartin y Revelante (1978), efectuaron un estudio comparativo del fitoplancton superficial en 15 lagunas costeras del Golfo de California, entre ellas Bahía de Lobos; y Ochoa (1979), estudió la distribución superficial de parámetros físico-químicos durante un ciclo anual (tabla 1).

En el período de 1980 a 1989, Del Castillo (1985), mencionó la ocurrencia de pesticidas en el área; Villegas *et al.* (1985), determinaron los residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados en agua y sedimento a través de un ciclo anual; Scott y Carbone11 (1986), presentaron el inventario de humedales de la región Neotropical prioritarios para su conservación, incluyendo en él a Bahía de Lobos; Hungar-Sierra *et al.* (1987), presentaron la variación estacional del fitoplancton; Varela-Romero (1987), presentó aspectos biológicos de las mojarras (Gerreidae) con énfasis en la alimentación; Ortega *et al.* (1987), estudiaron la distribución de metales pesados y su relación con parámetros físico-químicos; Villalba *et al.* (1989), presentaron resultados de una evaluación geoquímica en la fase sedimentaria de esta laguna costera (tabla 1).

De 1990 hasta 1994, se han presentado los trabajos de Villalba *et al.* (1990), que estudiaron la variación espacio temporal de parámetros sedimentológicos; Ortega *et al.* (1990), describieron el comportamiento y distribución de los metales pesados en la

columna sedimentaria; Hungar-Sierra (1990), determinó el elenco sistemático y la variación espacio-temporal de fitoplancton durante un ciclo anual; Rodríguez *et al.* (1990), hicieron un estudio comparativo de dos poblaciones de *Artemia*; Enríquez-Ocaña y Calderón-Aguilera (1990), caracterizaron la comunidad de poliquetos; Yépiz (1990), determinó la distribución, diversidad y abundancia de la ictiofauna durante un ciclo anual; Varela-Romero (1990) presentó los aspectos tróficos de las mojarras *Eugerres axilaris*, *Eucinostomus entomelas* y *Diapterus peruvianus* (tabla I).

Yépiz (1991) presentó la composición específica de la comunidad íctica; Campoy-Favela y Calderón-Aguilera (1991), caracterizaron la infauna de la comunidad bentónica; Vázquez *et al.* (1991) estudiaron la variación granulométrica en la columna sedimentaria (40 cm), en diferentes ambientes sedimentarios de la laguna; Miranda-Mier *et al.* (1992), señalaron los aspectos biológicos pesqueros de las jaibas *Callinectes bellicosus* y *C. arcuatus*; Cervantes y Muratalla (1992), describieron la optimización espacio-temporal del alimento por parte de aves playeras en las salinas de Bahía de Lobos (tabla I).

Calderón-Aguilera y Campoy-Favela (1993) presentaron los listados de infauna bentónica y peces, enfatizando la necesidad de la conservación de los recursos del área; Arreola-Lizárraga (1993), formuló una propuesta para que Bahía de Lobos se contemplara como área natural protegida; Arreola-Lizárraga *et al.* (1993), presentaron los atributos de esta laguna costera como área natural protegida; Castro *et al.* (1993), informaron sobre los niveles de contaminantes tóxicos en el dren colector que desemboca en la laguna; Córdova *et al.* (1993), determinaron las fuentes de contaminación que transporta el dren colector que descarga en el área de estudio; Parra-Sálazar (1993), describió la flora y vegetación de Isla Lobos (tabla I).

Arreola-Lizárraga (1994a), presentó los fundamentos para considerar a Bahía de Lobos en la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna; Arreola-Lizárraga (1994b), señaló los hábitats principales de Bahía de Lobos con fines de manejo; Leyva *et al.* (1994), hicieron un estudio microbiológico en ostión cultivado (*Crassostrea gigas*) y del agua de la laguna; y Morales-Azpeitia *et al.* (1994), presentaron los parámetros de crecimiento y patrón de reclutamiento de *Callinectes bellicosus* en el área de estudio (tabla I).

Con base en lo expuesto, las áreas del conocimiento abordadas han sido, en orden de importancia por el número de trabajos realizados: Oceanografía, Contaminación, Conservación, Pesquerías, Plancton, Necton, Ecología y Bentos (figura 3b). Sin embargo,



los resultados de las investigaciones se han presentado en diferentes tipos de trabajos (resúmenes de ponencias, tesis, publicaciones, etc.) y por consiguiente, el nivel de conocimiento en cada área mencionada no necesariamente está en relación directa con el número de estudios (tabla 1).

Considerando el total de trabajos (35), 16 corresponden a resúmenes de ponencias en congresos o simposia, 6 son tesis (5 licenciatura, 1 maestría), 4 son publicaciones, 5 son informes técnicos, 3 son memorias de congreso y un trabajo corresponde resultados de un taller presentados en una compilación (figura 3c).

Por otra parte, debido a que los resultados de algunos de los estudios citados anteriormente se encuentran tanto en publicaciones o tesis, como en resúmenes de ponencias; en el presente trabajo, cuando fué el caso, se utilizó sólo a aquellos estudios que contenían la información más completa (tesis o publicación) para apoyar el diagnóstico. Así mismo, para el caso de los trabajos que **unicamente** corresponden a resumen de ponencia, se utilizaron sólo aquellos que aportaban información valiosa para fortalecer los tópicos tratados en este estudio.

## **2.- Clima, oceanografía y hábitats principales.**

### **Características climáticas y oceanográficas.**

En la región se presenta el clima BW (II') w (e'), o sea seco-desértico, con temperatura media anual sobre 22 °C y debajo de 18 °C en el mes más frío, con lluvias en verano y muy extremoso con oscilaciones mayores de 14 °C (García, 1973). Por lo que la zona es característicamente árida (figura 4).

Garduño (1974), a partir del análisis de datos de información meteorológica registrados de 1958 a 1973, menciona que en el área de estudio las temperaturas más elevadas se registran durante julio, agosto y septiembre, mientras que las más bajas en diciembre y enero. La temperatura media anual es de 24.73 °C. Existen dos épocas de lluvia en el año, una principal durante julio, agosto y septiembre, y otra secundaria en diciembre y enero, en los demás meses se registran sólo lluvias esporádicas. La precipitación media anual es de 297.7 mm; el factor de evaporación se incrementa de enero a julio y desciende posteriormente, presentándose un máximo en julio y un mínimo en diciembre, el promedio registrado de evaporación es de 259 1.56 mm.

Con base en el patrón de vientos estacionales del Golfo de California, los vientos que tienen mayor influencia en el área de estudio por su mayor ocurrencia estacional (invierno-primavera), mayor permanencia temporal (3 a 6 días) y mayor intensidad (8-10 m/seg), son los vientos provenientes del noroeste. Los vientos provenientes del sureste ocurren en verano, tienen menor duración en días y presentan velocidades de 2-5 m/seg (Roden y Groves, 1959; Alvarez-Borrogo, 1983; Badan-Dagon *et al.*, 1985). Los vientos “Noroestes” juegan un papel importante en el área, ya que son el factor causal de procesos de surgencias al sur de Punta Lobos (Roden y Groves, 1959; Maluf, 1983) (figura 4).

En esta región del Golfo de California, las corrientes marinas superficiales, durante el verano, se dirigen hacia el noroeste con velocidades de 10 a 14 cm/seg, y en invierno fluyen en dirección sureste con velocidades de 15 a 19 cm/seg (Maluf, 1983).

La batimetría en la zona adyacente a la laguna, se define por la isobata de los 100 m, que a la altura de Punta Lobos se presenta a 2 Km de distancia de la línea de costa; y desde este punto tanto hacia el norte como al sur, la distancia entre la isobata y la línea de costa se incrementa paulatinamente (figura 5).

En la localidad de Guaymas, cercana al área de estudio, de acuerdo a los registros obtenidos por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM (1987) citado por De la Lanza (1991), el tipo de marea es diurna con amplitud de 0.46 m.

El patrón de corrientes ocasionado por el flujo y reflujos de la marea y la tasa de recambio se desconocen. Sin embargo, la disposición de los canales en las bocas, da una idea de la dirección en que fluyen las masas de agua que entran al cuerpo de la laguna. Pérez (1973), menciona que en la Boca Norte hay dos canales, uno de 4 m de profundidad con dirección a los esteros San Francisquito y Guaicari, el otro de 1.1 m de profundidad pasa junto a Isla Lobos con dirección hacia el centro de la laguna. La Boca Sur, presenta un canal de 10 m de profundidad, que a su vez se ramifica en tres canales de menor profundidad, uno se dirige hacia la Ensenada Tosalcahuí, otro hacia el norte y finalmente otro se dirige en dirección oeste (figura 5).

Las bocas permanecen abiertas durante todo el año y si bien la Boca Norte es más amplia, el canal que se dirige propiamente al interior de la laguna es de menor amplitud que el canal de entrada que se encuentra en la Boca Sur, esto se observa en el perfil batimétrico de ambas bocas; por consiguiente el flujo y reflujos de agua se presenta con mayor magnitud en la Boca Sur (figura 5).

El cuerpo de la laguna es somero con profundidad promedio de 2 m y los canales en las bocas tienen de 4 a 11 m de profundidad. En particular, de Punta Aguja al norte, la profundidad máxima es de 2 m con un promedio de 1.5 m, al sur de Punta Aguja la laguna es más profunda con un promedio de 2.5 m (Pérez, 1973) (figura 5).

Por otro lado, la información sobre las características físico-químicas es escasa. Hungar-Sierra (1990), Varela-Romero (1990) y Yepiz (1990), presentan datos de temperatura superficial y salinidad del agua obtenidos en el período mayo 1985-abril 1986. El comportamiento de los promedios mensuales de temperatura a través del año, muestra que después del período julio-agosto-septiembre (donde se observa un intervalo entre 29 °C y 32 °C), comienza a disminuir la temperatura hasta llegar a los valores más bajos durante noviembre-diciembre-enero (16 °C a 18 °C), presentándose alrededor de 16 °C de diferencia entre septiembre y noviembre; posteriormente, en febrero, la temperatura comienza ascender de nuevo. Sobre salinidad, sólo se presentaron datos de mayo a octubre mostrando un intervalo de 33.5 a 37 partes por mil, con el registro más bajo en junio y el más alto en agosto (figura 6).

A partir de los datos obtenidos en el presente estudio durante otoño-invierno 1992-1993, la temperatura superficial del agua mostró el mismo comportamiento observado durante otoño-invierno 1985- 1986, presentado en los trabajos mencionados (Hungar-Sierra, op. cit.; Varela-Romero, op. cit.; Yepiz, op. cit.), pero con registros más bajos durante noviembre-diciembre-febrero (16 °C a 17 °C), mientras que los valores promedio de salinidad fluctuaron entre 32 y 37 partes por mil (figura 6).

En relación a la distribución espacial de la temperatura, durante noviembre y febrero se registraron valores más bajos en la costa este, comparados con los registrados en el resto de la laguna, mientras que para octubre y diciembre las isohalinas muestran un comportamiento homogéneo (figura 7). Los valores de salinidad fueron más bajos en la costa este y más altos en la porción central, lo anterior se manifiesta por la influencia de las aguas residuales que se vierten en la zona este, sin embargo las isohalinas están por encima de 34 partes por mil (figura 8).

Respecto a otros parámetros, Gilmartin y Relevante (1978), durante julio y agosto de 1972 registraron el Oxígeno disuelto con un promedio de 3.92 ml/l y un intervalo entre 3.26 y 4.79 ml/l; sobre los nutrientes, señalan que los fosfatos (PO<sub>4</sub>) tuvieron un promedio de 0.69 ug-at./l con registros de 0.54 a 0.84 ug-at./l y los nitratos (NO<sub>3</sub>) 0.65 ug-at./l promedio, con valores entre 0.21 y 1.59 ug-at./l.

Con relación a los sedimentos, de acuerdo con Villalba et *al.* (1989), en esta laguna se encuentran cinco grupos texturales dependiendo de la relación arena-limo-arcilla: (1) lodo arcilloso, en la costa este y porción central; (2) limo-arenoso, hacia la porción sur de la isla; (3) arena-lodosa, en las regiones norte y sur asociado a las bocas; (4) arena-limosa, en la porción central frente a Punta Aguja y en el sur cerca de la boca; (5) arena, en ambas bocas (figura 9a). Utilizando como criterio el diámetro promedio del grano de los sedimentos, se encuentran: (1) limo muy fino, en una zona ubicada al sur de la isla; (2) limo grueso, desde la Boca Norte hasta el sureste de la laguna; (3) arena muy fina, en la porción norte sobre la costa de la isla y en una porción del sur de la laguna; (4) arena fina, cercana a la Boca Sur; (5) arena mediana, en la Boca Sur (figura 9b).

Adicionalmente, Villalba et *al.* (op. cit.), a partir del análisis de la composición de materia orgánica y metales pesados en sedimento (Cobre, Niquel, Plomo, Manganeso, Fierro, Zinc, Cobalto, Cadmio, Cromo), encontraron que la materia orgánica y principalmente Cobre, Manganeso, Fierro, Cobalto y Cadmio, manifiestan una estrecha relación con el sedimento en que se encuentran, existiendo mayor concentración de estos elementos conforme es más fino el sedimento.

### **Hábitats principales.**

Por razones prácticas y teniendo en cuenta el propósito de este estudio, se clasificó al ecosistema costero en subsistemas o hábitats principales.

Los hábitats principales y las razones que fundamentan su establecimiento son: (1) zona pelágica de la laguna, esta zona difiere en sus características físico-químicas (temperatura y salinidad más extremas) de la zona pelágica del mar adyacente, (2) zona sublitoral, representa una zona particular del dominio bentónico por estar siempre sumergida, (3) zona de entre mareas, dentro del dominio bentónico esta expuesta y sujeta a diferentes factores que la sublitoral, (4) zona de manglar y esteros, constituyen una zona donde se conjuntan características biológicas -manglar- y físicas -canales someros inundados de manera permanente pero sujetos al flujo y reflujo de la marea- particulares dentro del sistema lagunar y (5) zona de dunas costeras, representan un hábitat singular en el sistema al que están asociadas comunidades terrestres y marinas (figura 10).

Zona pelágica: Se consideró a la porción pelágica del “cuerpo de la laguna”, o sea el volumen de agua que se encuentra en la laguna exceptuando a los “esteros”; tomando

como referencia a la carta topográfica INEGI (1984a), tiene una superficie de aproximadamente 10,800 ha (figura, 10).

Las características físico-químicas del agua están determinadas por la influencia de agua costera adyacente y por aportes de agua dulce provenientes de las descargas del dren colector número dos del Valle del Yaqui y de las escorrentías durante los períodos de lluvias, que son mayores durante el verano. Adicionalmente, al ser un cuerpo de agua somero y extenso el patrón de vientos influye significativamente en los procesos de mezcla y en la turbidez. Según lo descrito por Pérez (1973), el flujo y reflujo de la marea es un factor importante en la dinámica del hábitat.

Zona sublitoral: Se consideró al piso sublitoral del “cuerpo de la laguna”, exceptuando la zona de “esteros”; con base en la carta topográfica INEGI (1984a), este hábitat cubre un área de aproximadamente 7,700 ha (figura 10).

De acuerdo con el trabajo de Villalba *et al.* (1989), este hábitat está caracterizado por sedimentos finos del tipo limo grueso que conforman la mayor parte del fondo lagunar, distribuidos sobre la costa interna del área y en gran parte del cuerpo de la laguna, mientras que las arenas predominan en las bocas y sobre la costa interna de Isla Lobos. La distribución de los sedimentos está controlada por el patrón de corrientes y por las descargas del dren colector.

Zona de entre mareas: Se consideró a la zona intermareal del “cuerpo de la laguna”; tomando en cuenta a la poca pendiente de la laguna (según la isobata de un metro), aunado a la amplitud de marea origina una extensa superficie intermareal (figura 10).

Este hábitat se caracteriza por sedimentos de limo grueso en la costa continental y de arenas en las bocas y costa de Isla Lobos, así como por la influencia de una marea diurna.

Sistema manglar-esteros: Este hábitat de la laguna comprende el manglar y áreas muy someras (< 1 m) que en general tienen una configuración a manera de canales y que están característicamente bordeadas por manglar, estos sitios son señalados como “esteros” por la carta topográfica de INEGI (1984a). De tal forma que el hábitat está constituido por la propia estructura del manglar y por las áreas someras que lo bordean. La cobertura del hábitat es de alrededor de 4,500 ha (figura 10).

En el área, la vegetación de manglar está representada por las especies *Rizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Laguncularia racemosa*, las cuales están consideradas bajo protección especial según la Norma Oficial Mexicana NOM-CRN-001 -ECOL/1993 (Diario Of. de la Fed., 1994a). Esta comunidad está poco desarrollada estructuralmente y los árboles de estas especies en general no rebasan los 5 m de altura. De acuerdo a la carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (1984b), aproximadamente el 80 % de la superficie cubierta por el sistema manglar-esteros, se encuentra ubicado en la porción noroeste de la laguna.

Zona de dunas costeras: Las dunas del área de estudio constituyen un hábitat extenso representado por las barreras arenosas de Isla Lobos y la prolongación continental en el sur de la laguna. Con base en la carta topográfica de INEGI (1984a), éstas se extienden a lo largo de un poco más de 25 Km de dunas y cubren una superficie aproximada de 2,200 ha (figura 10).

De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI (1984b), las dunas estabilizadas por la vegetación conforman la mayor parte de este hábitat, mientras que las dunas activas cubren una superficie menor de aproximadamente 1000 ha. Las dunas activas están ubicadas, unas, en la porción sur de Isla Lobos y otras, hacia el sur de la extensión continental; éstas últimas están señaladas como Dunas Tosalcahui en la carta topográfica de INEGI (1984a) (figura 10).

En Isla Lobos, según Parra-Sálazar (1993), existe vegetación de dunas costeras (la más importante), donde la planta dominante es *Croton californicus*; matorral espinoso desértico, donde dominan *Jatropha cinerea*, *Prosopis glandulosa torreyana* y *Lycium* spp.; vegetación halofita destacando *Allenrolfea occidentalis*, *Distichlis spicata*, *Monanochloe Zittoralis* y *Arundo donax*. Adicionalmente, se encuentran asociaciones de vegetación ubicadas al sur de la isla, donde destacan *Baccharis* sp., *P. glandulosa torreyana*, *Lycium* spp., *Bursera microphyllum*, *Allen maytenus phyllantoides*.

### **3.- Comunidades biológicas.**

#### **Plancton.**

Prácticamente se carece de información sobre zooplancton, pues sólo se cuenta con un estudio comparativo de dos poblaciones de *Artemia* realizado por Rodríguez *et al.* (1990), y sus resultados corresponden a un resumen de ponencia. La información que se tiene es sobre fitoplancton y su productividad.

A partir de muestreos realizados de agosto 1985 a mayo 1986 la composición taxonómica del fitoplancton en Bahía de Lobos, comprendió 91 especies de diatomeas agrupadas en 31 géneros; 24 especies de dinoflagelados correspondientes a 5 géneros, mientras que a nivel de clase se determinaron cianofitas, euglenofitas y nanoflagelados. Los géneros fitoplanctónicos que representaron la fracción dominante fueron *Nitzschia*, *Skeletonema*, *Navicula*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Thaiassionema*, *Thalassiosira*, *Asterionella*, *Gymnodinium*, *Cerataulina* y *Leptocylindrus* (tabla II). En orden de importancia los grupos del fitoplancton dominantes fueron diatomeas, nanoflagelados, dinoflagelados y “otros” (Hungar-Sierra, 1990) (figura 1 la).

De acuerdo con Hungar-Sierra (op. cit.), en el área se presentaron dos máximos de abundancia fitoplanctónica uno en invierno y otro en primavera, ambos caracterizados por una proliferación de nanoflagelados (> 50 % de abundancia relativa); en general, se observó una estacionalidad en la estructura fitoplanctónica con dominancia de diatomeas en verano y otoño, y de nanoflagelados en invierno (figura 1 Ib). En relación a su distribución espacial, la estación más cercana a las descargas del colector de aguas residuales presentó dominancia numérica de diatomeas y valores máximos de densidad celular; la mayor diversidad de géneros del fitoplancton se registró en las estaciones próximas a la Boca Sur.

Gilmartin y Revelante (1978), a partir de muestreos efectuados durante julio y agosto, encontraron que en Bahía de Lobos el 75 % del total de la clorofila "a" es aportada por el nanoplancton; particularmente, en este período de estudio se registró un promedio de 4.4 mg de clorofila a/m<sup>3</sup>, con un intervalo de 3.4 a 6.7 mg de clorofila a/m<sup>3</sup>; así mismo se determinó que la producción primaria promedio fué de 53 mg C/m<sup>3</sup>/h, con un intervalo de 34 a 83 mg C/m<sup>3</sup>/h.

### **Bentos.**

El conocimiento sobre las comunidades bentónicas en el área es escaso y hasta el momento los trabajos han sido realizados exclusivamente sobre fauna. El fitobentos no ha sido estudiado. Como única información se puede mencionar que durante los trabajos de campo se observaron áreas cubiertas por *Zostera marina*, siendo más abundante de Punta Aguja hacia el norte.

Como resultados sobre los estudios del zoobentos se tienen los correspondientes a Enríquez-Ocaña y Calderón-Aguilera (1990), y Campoy-Favela y Calderón-Aguilera (1991), que fueron dirigidos a conocer la composición específica de la infauna. En ambos

casos los resultados se presentaron sólo en resúmenes de ponencias. Sin embargo, posteriormente Calderón-Aguilera y **Campoy-Favela (1993)**, presentaron la lista de especies obtenidas en los estudios citados anteriormente.

Enríquez-Ocaña y Calderón-Aguilera (1990), a partir de seis muestreos bimensuales de infauna realizados entre junio de 1985 y mayo de 1986, en seis estaciones de colecta con un **nucleador** de acrílico de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, pasando las muestras a través de un tamiz con luz de malla de 0.5 cm, determinaron 97 especies de poliquetos, mencionando que 6 (aunque no dicen cuáles) comprendieron más del 60 % del total de la abundancia y cuatro de ellas coincidieron también como las más importantes según el **índice** del valor biológico.

**Campoy-Favela y Calderón-Aguilera (1991)**, a partir de las muestras anteriores, determinaron el total de la infauna bentónica obtenida, encontrando 181 especies de invertebrados: 97 poliquetos, 21 pelecípodos, 9 gasterópodos, 1 escafópodo, 1 copépodo, 7 cumáceos, 2 tanaidáceos, 6 isópodos, 19 anfípodos, 6 decápodos, 1 picnogónido, 3 sipuncúlidos, 1 equiúrido, 3 equinodermos, 1 braquiópodo y 1 cefalocordado. La abundancia relativa por grupos fué: poliquetos (53.3 %), **crustáceos** (22.8 %), moluscos (17.8 %), picnogónidos, sipuncúlidos, equiúridos, equinodermos, brachiópodos y cefalocordados (6.1%) (figura 12). La lista de estas especies que fué presentada por Calderón-Aguilera y **Campoy-Favela (1993)**, se muestra en la tabla III.

Como parte del trabajo de campo desarrollado durante otoño-invierno (1992-1993) en la zona intermareal, los moluscos bivalvos estuvieron representados por 14 especies, pertenecientes a 11 géneros, agrupados en 7 familias, en tanto que de gasterópodos se encontraron 18 especies, pertenecientes a 16 géneros, agrupados en 14 familias (tabla III).

Como resultado de los muestreos efectuados con red de arrastre durante octubre, noviembre, diciembre de 1992 y febrero de 1993, período que coincidió con la temporada de pesca de “camarón de bahía”, los invertebrados bentónicos colectados fueron *Penaeus stylirostris*, *Trachypenaeus brevisuture*, *Callinectes bellicosus* y *Squilla tiburonensis*, destacando por su abundancia *P. stylirostris* y en segundo lugar *C. bellicosus* (tabla IV). A continuación se describe la distribución y abundancia espacial y temporal que presentaron *P. stylirostris* y *C. bellicosus*, por constituir recursos pesqueros importantes en el área, así como por haber sido los invertebrados más abundantes.

El camarón azul (*P. stylirostris*), fué más abundante en octubre (237 org/100 m<sup>2</sup>) y en relación a su distribución y abundancia espacial se encontró con mayor número en



la costa este de la laguna (es necesario mencionar que a petición de los representantes de la comunidad Yaqui no se realizaron arrastres en tres estaciones de la porción este; debido esto, a la gran cantidad de camarón de talla pequeña que en ellas saltaba). Para fines ilustrativos, en el mapa correspondiente se consideraron las estaciones no muestreadas con abundancia mayor a 100 **org/100 m<sup>2</sup>** (figura 13a).

En noviembre se colectaron 168 **org/100 m<sup>2</sup>**, y representó el tercer mes en importancia, registrándose más organismos en las estaciones de la porción este de la laguna (figura 13b). En diciembre se obtuvieron 214.5 **org/100 m<sup>2</sup>**, y fué el segundo mes en importancia, observándose mayor abundancia en la región este del cuerpo de agua (figura 13c). En febrero se presentó menor abundancia, con 7 **org/100 m<sup>2</sup>** y sólo 5 estaciones fueron positivas, 4 ubicadas hacia el noreste y la otra, con más abundancia, localizada al norte (figura 13d).

La jaiba (*C. bellicosus*), presentó menor abundancia en octubre con 1.1 **org/100m<sup>2</sup>**; colectándose hacia el noreste de la laguna (figura 14a). En noviembre se registraron 2.8 **org/100 m<sup>2</sup>** y los organismos se colectaron principalmente en estaciones ubicadas al noreste (figura 14 b). En diciembre se obtuvieron 10.7 **org/100 m<sup>2</sup>** y representó el mes más importante, la mayoría de los organismos se capturaron en las estaciones localizadas al este del cuerpo de agua (figura 14c). En febrero se colectaron 6.8 **org/100 m<sup>2</sup>**, y fué el segundo mes en importancia; los organismos fueron capturados en distintos sitios de la laguna, pero la mayor abundancia se observó en dos estaciones ubicadas una al norte y otra al sureste (figura 14 d).

### **Necton.**

En el área el único grupo **nectónico** estudiado han sido los peces, sin embargo cabe hacer mención que durante los muestreos biológicos en el período otoño-invierno 1992-1993, se colectaron organismos del calamar (*Loliolopsis diomedae*), en todos los meses de estudio (tabla IV). Sobre peces, la información generada con anterioridad la proporcionan el trabajo de Yepiz (1990), que trata sobre la composición, distribución y abundancia de la ictiofauna en la laguna, y el estudio de Varela-Romero (1990), que aborda aspectos tróficos de algunos miembros de la familia Gerreidae. En este apartado se presenta información del primer estudio citado y la **obtenida** en el presente trabajo.

Yepiz (op. cit.), a partir de colectas de peces efectuadas bimensualmente durante un ciclo anual (mayo 1985-abril 1986) utilizando **atarraya** (6 m de diámetro y 25.6 mm de luz de malla) capturó 1361 peces, pertenecientes a 48 especies y 28 familias. En los

muestreos realizados durante octubre, noviembre, diciembre de 1992 y febrero de 1993, utilizando red de arrastre en 14 estaciones de colecta, se capturaron 154 1 organismos, los cuales estandarizados por unidad de área resultaron 446 peces/100 m<sup>2</sup>; y se determinaron 53 especies agrupadas en 47 géneros y 32 familias.

Integrando los resultados anteriores se obtuvo un elenco sistemático conformado por 74 especies pertenecientes a 60 géneros y agrupadas en 37 familias. Del total de especies encontradas, 21 fueron colectadas exclusivamente con atarraya, 26 exclusivamente con red de arrastre y 27 especies se capturaron con ambas artes de colecta (tabla V).

En el período de mayo 1985 a abril 1986, se encontró que el 89.81 % de la abundancia lo aportaron 14 especies; similarmente, de octubre 1992 a febrero 1993, el 9 1.4 % de la abundancia fué aportado por 14 especies. En ambos períodos de estudio, 8 especies coincidieron como “importantes”, aunque en orden de importancia distinto y fueron: *Eucinostomus entomelas*, *Eugerres axillaris*, *Sphoeroides annulatus*, *Sphoeroides* sp., *Mugil cephalus*, *Cetengraulis mysticetus*, *Syacium ovale* y *Achirus mazatlanus* (figura 15).

Para el período de mayo 1985 a abril 1986, la abundancia de peces fué más baja durante el verano (junio, julio, agosto) en comparación a las demás estaciones del año, en las cuales se presentaron picos de abundancia en otoño (septiembre), invierno (enero) y primavera (abril). Durante el período de octubre 1992 a febrero 1993, la abundancia de la ictiofauna se comportó de forma semejante al período de octubre 1985 a febrero 1986, aunque el número de organismos colectados fué mayor en los años 1992-1993. Cabe destacar que en febrero 1993, la abundancia de *Arius seemani* fué significativamente mayor y en número de organismos representa prácticamente el 50 % del total de peces colectados (figura 16).

En relación a la distribución espacial, Yepiz (op. cit.) encontró que el número de especies fué más bajo en los sitios cercanos a los canales que en las bocas; así mismo, menor abundancia de organismos (57) se registró en una estación ubicada hacia el noroeste de la laguna y mayor abundancia (3 11 org.) se encontró en una estación localizada en la parte central del cuerpo de agua. Durante octubre 1992/febrero 1993, la riqueza de especies fué similar en los distintos sitios de colecta; en cuanto al número de organismos, se colectaron más peces en las estaciones ubicadas en la porción este de la laguna; sin embargo, no es posible evidenciar claramente un patrón definido.

Particularmente, en octubre, 10 estaciones de II que se muestrearon, fueron positivas; las estaciones ubicadas en la porción este y la localizada en la Boca Norte fueron más abundantes (figura 17a). Las especies con mayor abundancia fueron *Eucinostomus entomelas*, *Lile stolifera*, *Arius seemani*, *Cetengraulis mysticetus*, *Opisthonema libertate*, *Orthopristis reddingi* y *Selene peruviana* (figura 17b).

En noviembre, se colectaron peces en todas las estaciones y la abundancia tuvo un patrón homogéneo. En cada estación se obtuvieron entre 1 y 5 org./100 m<sup>2</sup> (figura 18a). Sobresalieron por su abundancia *Colpichthys regis*, *Eugerres axillaris*, *Eucinostomus entomelas*, *Sphoeroides annulatus*, *Syacium ovale*, *Achirus mazatlanus*, *Mugil curema*, *Pomadasys macracanthus*, *Anchoviella analis* y *Orthopristis reddingi* (figura 18b).

En diciembre, 13 estaciones fueron positivas, la mayor cantidad de peces se colectó en la parte noreste (figura 19a). Las especies más importantes fueron *Eugerres axillaris*, *Urolophus halleri*, *Eucinostomus entomelas*, *Pomadasys macracanthus*, *Syacium ovale*, *Sphoeroides annulatus*, *Colpichthys regis*, *Mugil cephalus*, *Arius seemani*, *Achirus mazatlanus*, *Centropomus* sp., *Gymnura marmorata*, *Paralichthys aestivalis*, *Eucinostomus currani* y *Sphoeroides* sp. (figura 19b).

En febrero, se colectaron peces en 13 estaciones, la mayor abundancia se registró en las regiones este y norte de la laguna (figura 20a). Destacaron por su abundancia *Arius seemani*, *Urolophus halleri*, *Eucinostomus entomelas*, *Sphoeroides* sp., *Sphoeroides annulatus*, *Syacium ovale*, *Mugil cephalus*, *Eugerres axillaris*, *Anchoa panamensis*, *Pomadasys macracanthus*, *Lile stolifera*, *Xystreurys liolepis*, *Achirus mazatlanus* y *Colpichthys regis* (figura 20b).

Por otra parte, siguiendo el criterio de McHugh (1967), la ictiofauna encontrada en Bahía de Lobos se clasifica en especies que: a) durante todo el año se encuentran en la laguna (II); b) utilizan la laguna como sitio de crianza (4 I); c) ocurren a la laguna con fines de alimentación (15); d) son consideradas visitantes ocasionales (7) (tabla VI y figura 21).

Finalmente, del elenco sistemático de peces presentado para el área de estudio, 39 especies tienen importancia económica (tabla VII y figura 21).

### **Avifauna acuática.**

La información sobre avifauna acuática se encuentra en las contribuciones de Scott y Carbone11 (1986) y de Cervantes y Muratalla (1992). En este apartado se presenta dicha información y se adiciona el elenco sistemático de las especies de aves observadas durante otoño -invierno 1992-1993, así como los hábitats donde ocurren. Adicionalmente, se señalan aquellas especies con poblaciones que requieren de forma prioritaria acciones de conservación.

Según la compilación hecha por Scott y Carbone11 (1986), el área de estudio es sitio importante para **invernación** de *Pelecanus erythrorhynchos*, *Branta bernicla nigricans* y varios patos; las medias de censos invernales realizados entre 1980 y 1984 incluyeron 180 *P. erythrorhynchos*, 680 *P. occidentalis* (máximo 1240), 440 *B. bernicla nigricans* y 8000 patos, sobre todo *Anas americana*, *A. creca*, *A. acuta*, *A. clypeata*, *Aythia affinis* y *Mergus serrator*. Además, se señala que *Pandión haliaetus* inverna en pequeñas cantidades, y que en 1971 se registraron 30 *Grus canadensis* invernando en el área.

Cervantes y Muratalla (1992), a partir de 5 observaciones realizadas en mayo 250990, julio 5/1991, septiembre 8/1991, octubre 6/1991 y octubre 180991, en las salinas naturales que se encuentran en el área de estudio, encontraron 23 especies de aves, agrupadas en 15 géneros pertenecientes a las familias Charadriidae y Scolopacidae, comúnmente conocidas como "playeros".

Como resultado de las observaciones realizadas durante octubre, noviembre, diciembre de 1992 y febrero de 1993, se determinaron 56 especies de aves acuáticas, pertenecientes a 35 géneros y agrupadas en 15 familias. Considerando la guía de aves de Norteamérica (Scott, 1987), del total de las especies de aves registradas 35 son migratorias y en la laguna ocurren, al menos, durante otoño e invierno (tabla VII).

Con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-CRN-OO 1-ECOL/1993, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial (Diario Of, de la Fed., 1994a), siete especies de aves que forman parte del elenco sistemático observado se encuentran incluidas en alguna de las categorías mencionadas. Específicamente *Sterna antillarum* (en peligro de extinción), *Larus heermanni* y *Sterna elegans* (amenazadas), *Ardea herodias*, *Anas americana*, *A. acuta* y *Aythia affinis* (protección especial) (tabla VIII).

Durante el trabajo de campo se registró la presencia de las especies en los **hábitats** pelágico (en su superficie), intermareal, y manglar-esteros (tabla VIII); observándose que varias especies utilizan distintos **hábitats** para realizar actividades de alimentación, reproducción, anidación y descanso. Adicionalmente, se detectaron los “paraderos”, que son sitios de descanso donde coinciden diversas especies (*P. erythrorhynchos*, *P. occidentalis*, *Phalacrocorax auritus*, *Ph. penicillatus*, *Larus* spp., así como representantes de las familias Charadriidae y Scolopacidae) y en los cuales, al menos durante el período diurno, siempre se observaron aves (figura 22).

También se detectaron zonas específicas donde ocurren especies con algún **estatus** de protección. El área de las bocas, así como la porción central y este del cuerpo de la laguna son utilizadas para alimentación por *Sterna antillarum*, *Larus heermanni* y *Sterna elegans*; en la porción norte de la laguna, incluyendo al hábitat de manglar y esteros, se observaron a *Anas americana*, *A. acuta*, *Aythia affinis*, *Ardea herodias*; en diferentes regiones de la zona intermareal se presenta *A. herodias* (figura 22).

Cabe señalar que la población invernante de *P. erythrorhynchos* en Bahía de Lobos fué de 180 organismos según las medias de censos realizados entre 1980 y 1984 mencionadas en Scott y Carbone<sup>11</sup> (1986), y actualmente de acuerdo a los censos realizados como parte del presente trabajo se estimaron 700 organismos. Los sitios de ocurrencia de estas aves fueron los mismos durante el período de estudio (figura 22).

### **Mamíferos marinos.**

Bahía de Lobos e Isla Lobos deben su nombre a que precisamente en el área se encuentra una lobera de *Zalophus californianus*, ubicada en la porción sur de la isla (figura 22). Es importante mencionar que hasta el momento no se ha llevado a cabo ningún estudio sobre esta lobera. El número de organismos observados en la lobera durante las visitas al campo **fluctuó** entre 70 y 80, encontrándose además que estos organismos rara vez penetran al cuerpo de la laguna y principalmente se les observa en la lobera y el mar adyacente. Cabe destacar que esta especie se encuentra bajo protección especial según la Norma Oficial Mexicana NOM-CRN-OO 1-ECOL/1993 (Diario Of. de la Fed., 1994a). Adicionalmente, durante el período de estudio, fué común observar a organismos de *Tursiops truncatus* alimentándose en las bocas de la laguna, incluso penetrando ocasionalmente a este cuerpo de agua siguiendo los canales de entrada.

#### **4.- Actividades humanas.**

Las actividades humanas que tienen influencia en el ecosistema de Bahía de Lobos y sus recursos naturales, son la pesca, caza, acuicultura y explotación de sal, así como las actividades agropecuarias de la región.

##### **Pesca.**

Bahía de Lobos es parte del territorio que se adjudicó a la Comunidad Yaqui mediante decreto presidencial, según consta en el Diario Oficial de la Federación del 30 de septiembre de 1940. Sólo la porción adyacente a la ensenada Tosalcahui y a la extensión continental que separa dicha ensenada del Golfo de California son terrenos Federales (Arreola-Lizárraga, 1993). De tal forma que los usuarios exclusivos de los recursos pesqueros de esta laguna costera son los Yaquis. Cabe mencionar que los Yaquis desarrollan la actividad pesquera en otros sistemas lagunares ubicados al norte de Bahía de Lobos, aunque ésta, representa aproximadamente el 70 % de la superficie que cubren los cuerpos de agua costeros incluidos en el territorio Yaqui y constituye su zona de pesca más importante.

Para la explotación de los recursos pesqueros, los Yaquis están agrupados en la cooperativa “Comunidades Yaquis”, con asiento en Guaymas, Sonora, teniendo un padrón actual de socios de 750, de los cuales aproximadamente el 70 % labora en Bahía de Lobos. Esta cooperativa no cuenta con la infraestructura adecuada, ni asistencia en lo referente a sistemas de explotación, conservación, distribución y comercialización para la mayoría de los recursos que explota.

Los pescadores de esta etnia realizan la pesca de tipo artesanal. Los principales recursos que explotan son camarón (*Penaeus stylirostris*), jaiba (*Callinectes bellicosus*), almeja (*Chione californiensis* y *Ch. fluctrifaga*) pata de mula (*Anadara tuberculosa* y *Anadara grandis*) callo de hacha (*Atrina maura* y *Pinna rugosa*); y el recurso “escama”, principalmente, lisa (*Mugil cephalus* y *M. curema*), curvina (*Bairdiella iscistia*, *Cynoscion parvipinnis* y *C. xanthulus*), mojarra (*Eugerres axillaris*, *Diapterus peruvianus* y *Eucinostomus entomelas*) pargo (*Lutjanus novemfasciatus*) y botete (*Sphoeroides annulatus*).

Las artes de pesca para captura de camarón son la **atarraya** y fundamentalmente el jorongo (red de arrastre artesanal); para la “escama” el chinchorro agallero, **atarraya** y piolas con anzuelos; la jaiba se obtiene por medio de trampas; el callo de hacha se captura

directamente con ayuda de un gancho metálico; la almeja y pata de mula se obtienen directamente

De los diversos recursos pesqueros, el camarón es el más importante porque representa la principal fuente de ingresos para los pescadores Yaquis. La especie que ocupa el total de las capturas es el camarón azul (*Penaeus stylirostris*), aunque cabe señalar que Garduño (1974) mencionó la ocurrencia de camarón blanco (*P. vannamei*), lo que no confirma el trabajo de Márquez (1976), quien en cinco temporadas de pesca de 1971 hasta 1976, menciona que las capturas fueron sólo de *P. stylirostris*; así mismo, durante los muestreos realizados de octubre 1992 a febrero 1993, la especie colectada fué *P. stylirostris*.

En esta pesquería se utilizan alrededor de 200 embarcaciones menores (“pangas”) de 7 m de eslora y el número de personas que trabajan por embarcación generalmente es de 2; de tal forma que aproximadamente 400 pescadores se dedican a la captura de camarón.

La temporada de pesca de este recurso, establecida por la Secretaría de Pesca, comprende de septiembre a febrero y se incrementa o disminuye en número de días según los resultados de los estudios de los Centros Regionales de Investigación Pesquera de esta Secretaría. Durante casi todo este período, la mayoría de la embarcaciones se utilizan para la captura del camarón y sólo hasta el final de la temporada oficial de pesca, o antes si los rendimientos en la captura disminuyen, se inicia la explotación de otros recursos.

Durante la veda del camarón, la mayoría de los pescadores Yaquis se emplean en otras actividades como la agricultura y ganadería, principalmente. Esto trae consigo que el número de embarcaciones que se utilizan para la obtención de otros recursos se reduce prácticamente en un 50 % y sólo permanecen pescando en el área poco menos de 200 personas.

A partir de las observaciones de campo y entrevistas con los pescadores Yaquis, fué posible identificar las principales zonas de pesca. En la zona que corresponde a la región central de la laguna se captura camarón, escama y jaiba; en la zona de las bocas se captura escama; en la zona que comprende la porción norte de la laguna incluyendo la zona intermareal se explotan almeja, callo de hacha, escama y jaiba; finalmente, la zona de manglar y esteros es utilizada para colectar almejas y pata de mula, aunque eventualmente se captura escama (figura 23).

La información disponible sobre los volúmenes de explotación de la mayoría de los recursos pesqueros es insuficiente para hacer un diagnóstico de la situación pesquera en la laguna, no obstante, algunos datos pueden evidenciar tendencias sobre la **situación** del camarón y la escama.

Los registros de captura de “camarón de bahía” para el estado de Sonora desde la temporada de pesca 1986/1987 a la temporada 1992/1993, muestran una casi constante disminución del recurso; mientras que en Bahía de Lobos la producción de camarón en el mismo período ha tenido fluctuaciones, en las que se alternan una temporada “buena” y otra “mala” durante las primeras cinco temporadas analizadas (1986/1987-1990/1991). Sin embargo, en las últimas dos temporadas de pesca, las capturas tanto a nivel regional como local presentan una tendencia a la disminución (figura 24a).

El comportamiento de las capturas del recurso “escama”, en la región de Bahía de Guásimas a Bahía de Lobos, desde 1988 hasta 1993, manifiesta una disminución constante (figura 24b). Desafortunadamente se desconoce su composición específica. De hecho se carece de información más particular acerca de las capturas de una especie o grupos de especies y en caso de existir sólo se tiene para ciertos años y muy posiblemente incompleta.

### **Acuacultura.**

En el área se realiza ostricultura, la especie que se cultiva es el ostión japonés (*Crassostrea gigas*), del cual actualmente se tienen sembrados 400,000 organismos en el Estero San Francisquito (figura 23). El sistema de cultivo es el de canastas flotantes. Estas canastas son de plástico y se encuentran dispuestas en línea y pendiendo de un cabo madre (long-line). Para el desarrollo de esta actividad no se han efectuado modificaciones **tales** como dragados o tala de manglar.

### **Cacería.**

En esta laguna, durante los meses de invierno se desarrolla la actividad cinegética sobre aves migratorias, principalmete sobre el ganso de collar *Branta bernicla nigricans*, aunque se carece de información sobre el número de organismos que se cazan. La cacería se practica en el norte del cuerpo de la laguna y principalmente en el hábitat manglar y esteros (figura 23). Cabe destacar que este hábitat también es utilizado por especies bajo protección especial como los patos (*Anas americana*, *A. acuta*, *Aythia affinis*), garza gris (*Ardea herodias*), así como otras especies de interés debido a que sus poblaciones se



encuentran en recuperación, como es el caso del águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y del pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) (figura 22).

### **Explotación de sal.**

En la zona adyacente a la ensenada Tosalcahui existen unas salinas naturales (figura 23). La zona donde se localizan estas salinas son terrenos de propiedad Federal y la concesión para su explotación la tiene la empresa Salinera Lobos, S. A. de C. V.; la superficie de esta salinera es de 400 ha, y la producción de sal es de 92,000 ton/año. Para el desarrollo de esta salinera no se convirtieron áreas de manglar en estanquería.

### **Actividades agropecuarias.**

La agricultura es una actividad altamente tecnificada en el distrito de riego del Valle del Yaqui, ubicado al este de Bahía de Lobos, con una superficie física regable de 225,000 ha (SARH, 1992). En el Valle del Yaqui hay 18 drenes principales, 234 secundarios y 1007 terciarios, y en conjunto descargan al mar un volumen promedio anual de 521 millones m<sup>3</sup> de aguas residuales sin tratamiento previo; del volumen total de agua residual el 43 % es aportado por los colectores principales 1, 2 y 3 (Córdova *et al.*, 1993).

En Bahía de Lobos, desemboca el colector principal número dos, que tiene una extensión de 60 Km y conduce aguas residuales agrícolas de 3 1,900 ha de cultivo; así como el 55 % del agua residual urbana del municipio de Cajeme, principalmente de Cd. Obregón, Cocorit y Esperanza, equivalente a una descarga de 0.5 a 0.7 m<sup>3</sup>/seg. Anualmente descarga alrededor de 63.27 millones de m<sup>3</sup> (aprox. 2 m<sup>3</sup>/seg) en promedio, con variación a través del año dependiendo de la estación y/o el tipo de cultivo que se esté desarrollando (Gortáres, P. *coms. pers.*, 1993)‘.

La influencia de las aguas residuales del colector No. 2 en el área de estudio ha sido mencionada en los trabajos de Villegas *et al.* (1985), Córdova *et al.* (1993), Castro *et al.* (1993) y Leyva *et al.* (1994).

Córdova *et al.* (1993), estimaron la carga de contaminantes de los colectores principales (1, 2 y 3) del Valle del Yaqui, tomando en cuenta las fuentes y los niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQ), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos (SST), además de los flujos volumétricos. Se encontraron 177 fuentes

---

<sup>1</sup> Pablo Gortáres Moroyoqui. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, CP 85000, Cd. Obregón, Sonora.

de contaminantes, 59 % **correspondieron** al colector No. 3, 22.8 % al colector No.2 y 18 % al colector No. 1. Las fuentes contaminantes del colector No. 2 fueron los asentamientos humanos, ganadería y agricultura (tabla IX) y en él, la DBQ tuvo un promedio de 24.16 mg/l promedio, con poca variación a lo largo del colector, lo mismo sucedió para la DQO que registró un promedio de 81.02 mg/l. Con base en estos resultados, los autores consideran que la contaminación por materia orgánica es baja, sin embargo la cantidad de sólidos que se descargan a Bahía de Lobos acarrea problemas de azolvamiento.

Villegas *et al.* (1985), estudiaron los residuos de plaguicidas en la laguna, durante julio, septiembre y noviembre de 1983 y enero, marzo, mayo, junio y julio de 1984. En muestras de agua, encontraron mayor incidencia de plaguicidas en julio, septiembre y noviembre de 1983, el más frecuente fué diazinón; en mayo, junio y julio de 1984 no se detectaron plaguicidas. La concentración máxima encontrada fué de  $2.10 \times 10^{-2}$  ppm correspondiente a diazinón, en julio de 1983. En muestras de sedimento los plaguicidas con mayor incidencia fueron: **lindano**, aldrín, heptacloro y DDT, la concentración máxima detectada correspondió a heptacloro ( $5.88 \times 10^{-1}$  ppm).

De acuerdo con Villegas *et al.* (op. cit.), en general, en la columna de agua se encontró mayor variedad de plaguicidas que en los sedimentos; sin embargo, las concentraciones fueron más altas en sedimento. La mayor parte de las concentraciones de plaguicidas se encontraron por debajo de los valores permitidos, aunque algunos como el DDT y heptacloro rebasaron los valores máximos permisibles en estuarios (DDT= 0.0060 ppm y heptacloro= 0.0020 ppm) establecidos por SARH (1972) citado en Villegas *et al.* (op. cit.). Específicamente, en el sedimento, la concentración promedio de DDT en julio de 1983 fué de  $1.95 \times 10^{-2}$  ppm, con valores entre  $1.00 \times 10^{-2}$  ppm y  $1.17 \times 10^{-1}$  ppm; el heptacloro, en marzo de 1984, se encontró con una concentración promedio de  $4.20 \times 10^{-2}$  ppm y un intervalo entre  $1.00 \times 10^{-2}$  y  $5.88 \times 10^{-1}$ . Estos compuestos organoclorados fueron los más frecuentes.

Castro *et al.* (1993), determinaron los niveles de contaminantes tóxicos (metales pesados y plaguicidas) en los colectores del Valle del Yaqui, de febrero 1992 a enero 1993. Para el colector 2, los metales pesados detectados y sus concentraciones promedio (mg/l) fueron: Zinc (0.06), Níquel (0.02) y Cobre (0.04). En cuanto a los plaguicidas, en muestras de agua se detectaron 9 y los más frecuentes fueron alfa BHC, paratión-metílico y heptacloro (tabla X); mientras que en muestras de sedimento se detectaron 7 plaguicidas, los más frecuentes fueron: **lindano**, paratión-metílico, 4-4 DDE y alfa BCH (tabla XI). Con estos resultados, los autores consideran que las aguas residuales del Valle del Yaqui

aún no presentan contaminación apreciable por metales pesados, sin embargo de los plaguicidas encontrados sólo el paratión metílico es de uso autorizado, los restantes están prohibidos o restringidos (tabla XII).

Cabe mencionar que de acuerdo con los resultados obtenidos por Villegas *et al.* (1985), el DDT fué uno de los más frecuentes en la laguna, principalmente en sedimento (julio 1983/julio 1984), sin embargo este compuesto organoclorado ya no fué detectado por Castro *et al.* (1993) en el colector.

Finalmente, Leyva *et al.* (1994), en el período julio a diciembre de 1993, hicieron un estudio microbiológico tanto del agua como del ostión (*Crassostrea gigas*) cultivado en esta laguna. Sus resultados mostraron la presencia de coliformes totales y fecales en las muestras de agua y de ostión, por encima de las normas establecidas en la legislación vigente.

## **5.- Aspectos socioculturales y características del asentamiento humano en el área.**

Un hecho sobresaliente en el área de estudio, es que Bahía de Lobos es patrimonio natural de la comunidad Yaqui. Los Yaquis son considerados una de las primeras tribus colonizadoras del Estado de Sonora. La defensa que han hecho de su territorio y recursos naturales, así como el arraigo a sus costumbres, tradiciones, creencias, dialecto y organización sociopolítica, son elementos que caracterizan a esta comunidad indígena y que han hecho distinguirla de otras etnias del país (Ortiz, 1989).

Un aspecto fundamental de la cultura Yaqui, señalado por Ortiz (op. cit.), son sus creencias en torno al derecho divino de sus tierras, las cuales se configuraron con los aspectos religiosos auspiciados por los Jesuitas durante los siglos XVII y XVIII, quienes lograron establecer un patrón organizativo-religioso relacionando la cultura étnica y la cultura occidental. La influencia jesuita dió como resultado la estructura organizativa “Comunila”, que es el espacio colectivo de discusión de cada uno de los ocho pueblos tradicionales (Belem, Huírivis, Rahum, Potam, Vicam, Torim, Loma de Bacum y Cócorit), donde se tratan los problemas de la comunidad. La “Comunila” cuenta con autoridades en las áreas civil, militar y religiosa, y poseen un cuerpo legislativo, así como una serie de normas establecidas por la tradición.

Las autoridades de cada pueblo se componen de gobernador, secretario, pueblo mayor, **capítan**, comandante, así como maestro y maestra litúrgicos. Los cargos son

vitalicios a **excepción** del gobernador, quien es elegido anualmente entre el 15 y 30 de diciembre de cada año, aunque, existe posibilidad de reelección por un nuevo período (Juárez, 1987). De tal forma que los Yaquis además de regirse por los aspectos legislativos del Estado, tienen su propio Gobierno tradicional.

Adicionalmente, esta comunidad posee un alto sentido de religiosidad que impregna gran parte de sus actividades y que se manifiesta sobre todo en la danza y las festividades colectivas. La expresión artística de su cultura se manifiesta en la danza, la música y la poesía; la imagen más constante de la relación hombre-naturaleza se exponen en las danzas: El Pascola, Danza del Venado, El Coyote y Los Matachines (Juárez, op. cit.).

Su población se estima en 32,000 habitantes (Encinas, 1992), distribuidos en los ocho pueblos tradicionales y otras localidades, entre ellas Liliba (o Bahía de Lobos).

El único asentamiento humano adjunto a la laguna es el poblado Liliba, que cuenta con una población de 225 1 habitantes, de los cuales aproximadamente el 40 % son Yaquis (INEGI, 1990). La actividad productiva fundamental es la pesca.

En esta localidad existen 428 viviendas todas particulares y habitadas, de las cuales el 64 % están construidas con lámina de cartón o materiales de desecho; el 89 % cuenta con agua entubada, aunque no necesariamente potable y sólo el 24 % tiene drenaje (INEGI, op. cit.). El poblado cuenta con el servicio de energía eléctrica; existen dos escuelas primarias y una telesecundaria; una clínica de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y un consultorio, aunque no proporcionan el servicio médico las 24 horas del día; entre los servicios públicos es notable el insuficiente abastecimiento de agua dulce. Los servicios de comunicación se reducen a una caseta telefónica y a un camión suburbano que llega dos veces al día de Cd. Obregón. Adicionalmente, en este asentamiento no existe un control adecuado de la basura generada, la cual es depositada al aire libre en un sitio adyacente al poblado, y las aguas residuales generadas, son vertidas directamente al colector que finalmente desemboca a la laguna.

El poblado está dividido por el colector número dos del Valle del Yaqui, aunque comunicado mediante un puente peatonal y un puente para automoviles. Siguiendo el curso del colector, en dirección a la laguna, al lado derecho habitan los Yaquis y al lado izquierdo la población no indígena.

Las personas que no son Yaquis, en su mayoría se dedican también a la pesca como cooperativistas, permisionarios o pescadores libres; dicha actividad la realizan en el mar colindante a la laguna o en cuerpos de agua costeros localizados al sur del área de estudio y utilizan la laguna como zona de tránsito, aunque ocasionalmente capturan recursos pesqueros en la laguna con anuencia de los Yaquis, excepto camarón.

## ANALISIS

Tomando en cuenta que el presente estudio está enfocado al manejo, el procedimiento metodológico contempló el acopio, síntesis e integración de información sobre varias disciplinas, con el **fin** de presentar el nivel de conocimiento, la condición y uso del ecosistema lagunar.

En este sentido, el análisis aborda: (1) la situación actual de la investigación científica, (2) la caracterización de la laguna, (3) los **hábitats** principales y sus comunidades biológicas, (4) la influencia humana; y se hacen (5) sugerencias para el manejo, sin soslayar los aspectos de orden social y legal sobre el uso de la laguna y sus recursos.

### **1.- Investigación científica.**

En Bahía de Lobos los trabajos de investigación científica se han llevado a cabo en forma aislada, en los tópicos abordados no se presenta continuidad y más del 90 % no corresponden a publicaciones formales. El escaso esfuerzo científico efectuado, es reflejo de algo muy similar que sucede en general para el resto de los ecosistemas costeros mexicanos, como se observa en el trabajo de Contreras (1993). Sin embargo, hay que denotar que en los últimos 4 años se dieron a conocer poco más del 60 % del total de trabajos, y esto constituye una tendencia favorable (tabla 1).

Por otro lado, Salm y Clark (1984) consideran que para apoyar propósitos de manejo en este tipo de sistemas costeros, se requiere información sobre las principales características físicas (geomorfología, batimetría, tipos de fondo, mareas, patrón de corrientes, patrón de turbidez, dinámica geomorfológica en períodos cortos de tiempo y condiciones climáticas), químicas (distribución de salinidad, indicadores de metabolismo de la comunidad, nutrientes y química en general) y biológicas (cadenas alimenticias fotosintética y detrítica; el solapamiento entre estas cadenas; **hábitats** críticos para especies comerciales, en peligro de extinción y otras de interés; así como, sitios de alimentación, descanso, anidación, desove, crianza y rutas migratorias).

Tomando en cuenta los resultados obtenidos sobre número, tipo y tópicos abordados por las investigaciones realizadas (ver tabla 1), es notable que Bahía de Lobos como sistema ecológico ha sido insuficientemente estudiada. Sin embargo, en este caso, lo importante es identificar las necesidades de investigación que deben solventarse para

ampliar la comprensión del sistema. El hecho de que la información se encuentre incompleta, no debe considerarse como un obstáculo para iniciar actividades de manejo.

El desarrollo de investigación se contempla como parte de las acciones de un proceso de manejo costero y la razón de analizar el estado de la investigación fue detectar **vacíos** para señalar líneas de acción. Específicamente, los requerimientos de información en Bahía de Lobos se destacan a través del análisis y las líneas de investigación prioritarias se señalan en las sugerencias para el manejo.

Cabe agregar, que en la instrumentación de programas de manejo integrado de la zona costera, el problema principal es, normalmente, sintetizar la información y hacer un uso efectivo de ella en la planificación (Clark, 1992). En este estudio, se consideró como premisa el integrar y emplear la información disponible, apoyándose en otros trabajos generales y de otros ecosistemas afines, con el fin de tener una diagnosis ecológica como punto de partida para definir acciones de manejo.

## **2.- Caracterización de la laguna de Lobos.**

Con el propósito de ubicar al área de estudio, se mencionan de manera preliminar algunos puntos de vista sobre las “lagunas costeras” y “estuarios” (dada la ambigüedad que existe entre dichos términos), así como los aspectos esenciales que se deben considerar para su caracterización.

Snedaker y Getter (1985), consideran que las lagunas costeras pueden ser técnicamente definidas como depresiones por debajo de la media de marea alta, que mantienen conexiones con el mar, ya sea temporales o permanentes; en contraste, los estuarios son cuerpos de agua semi-encerrados, que están conectados con el mar abierto y cuyas aguas están **diluidas** por aportes de agua dulce. Los elementos distintivos más importantes de los dos parecen ser (1) el grado de acceso al mar, frecuentemente determinado por la presencia de una barrera a distancia de la costa, característica de la mayoría de las lagunas y (2) la cantidad de agua dulce recibida.

En este sentido, un estuario es considerado comúnmente como la desembocadura de un río, mientras que una laguna costera es una entrada del mar, separada del océano por islas de barrera (Day y Yáñez-Arancibia, 1982). Sin embargo, desde el punto de vista estrictamente ecológico, las lagunas costeras se pueden considerar ambientes afines a los propiamente llamados estuarios, aunque caracterizados o diferentes de ellos por una menor tasa de cambio o renovación del agua (Margalef, 1969).

En el presente estudio, el término de “laguna costera” ha sido aplicado tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, y considerando el criterio de Lankford (1977), quien las define como una “depresión de la zona costera por debajo del promedio de las mareas más altas teniendo una comunicación con el mar permanente o efímera pero protegida por algún tipo de barrera”; por ello se ha considerado a Bahía de Lobos como una típica laguna costera.

Adicionalmente, siguiendo a Davies (1973) citado en Day *et al.* (1989); quien presenta en un esquema a lagunas costeras, lagunas estuarinas, estuarios, deltas estuarinos y deltas (en forma respectiva según el grado de influencia de la energía del oleaje y del depósito de sedimentos que por parte de los ríos); el área de estudio debe considerarse como una laguna costera, debido a que predomina la influencia marina sobre la del colector.

En otro punto, Phleger (1981), considera que las lagunas costeras difieren entre sí en varios aspectos fundamentales: clima, forma y tamaño, número y tamaño de las bocas, amplitud de marea, escurrimientos y tipo de aporte sedimentario; de manera que las diferencias en química, biología y ecología se **acentúan** por estos factores. Por su parte, Day *et al.* (1989) señalan que las características físicas más importantes para determinar la naturaleza de un estuario (y que se puede aplicar a las lagunas) son el grado de influencia del océano, la cantidad de agua dulce que penetra al sistema, el patrón de corrientes y mareas, batimetría, la tasa de cambios geomorfológicos y el gradiente de salinidad.

Para el caso del área de estudio, como consecuencia del clima árido de la región, la tasa de evaporación excede a la precipitación, lo que propicia el carácter antiestuarino de la laguna. Esto ha sido observado por Brusca (1980), quien denomina “estero” (en este estudio “laguna costera antiestuarina”) a un “estuario negativo”, es decir, a un estuario en el cual la evaporación excede la precipitación, señalando que estos cuerpos de agua son característicos en el Golfo de California.

Lo anterior coincide con Day *et al.* (op. cit.), quienes tomando en cuenta la clasificación de los estuarios en positivos, neutros y negativos o antiestuarios, hecha por Pritchard (1952), señalan que la mayoría de los estuarios son positivos a excepción de las lagunas costeras ubicadas en zonas áridas y semiáridas, como es el caso de la laguna bajo estudio.



En el área, según lo muestran los resultados de temperatura y salinidad, y en particular las isohalinas observadas durante otoño e invierno 1992-1993 que fueron de 35, 36, 37, y 38 partes por mil (sólo valores bajos de salinidad se registraron donde descarga el colector), se manifiestan condiciones que coinciden con lo mencionado por Brusca (op. cit.), en el sentido de que en estos “esteros”, la salinidad y usualmente la temperatura, se incrementan conforme uno se mueve de la boca a la cabeza del “estero”, lo cual es lo contrario de lo que sucede normalmente en un estuario positivo; además, agrega que estos “esteros” son similares a las lagunas hipersalinas, en las cuales la temperatura y salinidad del agua son mayores que las del mar adyacente.

Por otro lado, debido a que la laguna es extensa y somera, el patrón estacional de vientos característico de la región tiene un papel importante en su producción orgánica, puesto que favorece la remoción de nutrientes y de acuerdo con Hungar-Sierra (1990) los máximos de producción fitoplanctónica en esta laguna coinciden con la ocurrencia de los vientos provenientes del noroeste durante invierno y primavera. Además, al ser un cuerpo de agua poco profundo donde predominan los sedimentos finos, la manifestación de vientos provoca la alta turbidez que se observa con frecuencia.

Los vientos “Noroestes”, al presentarse como eventos de 3 a 6 días y con intensidades de 8 a 10 m/seg, son el factor causal de surgencias al sur de Punta Lobos (Roden y Groves, 1959; Maluf, 1983) con sus consecuentes implicaciones ecológicas; por ejemplo, la existencia de la lobera de *Zalophus californianus* en el área está asociada con dichos procesos, pues según Zavala (1990), la distribución de las loberas en el Golfo de California está relacionada con la **productividad** de sus aguas (surgencias) y las necesidades alimentarias de los lobos marinos. Adicionalmente, Boorman (1977) menciona que los vientos tienen un efecto directo en la dinámica de las dunas costeras, al provocar cambios en su morfología, propiciar su migración y limitar el establecimiento de vegetación.

De acuerdo con McLellan (1965), la circulación de las lagunas costeras puede estar controlada por el drenaje continental (río), por las mareas o por la fricción del viento. En relación a lo anterior, en el área de estudio la fuente de energía que induce el movimiento del agua es esencialmente la marea. Esto considerando que sus dos bocas de comunicación con el mar tienen 2.4 Km y 0.8 km de extensión, permanecen abiertas durante todo el año, sus perfiles batimétricos muestran canales de 10 m de profundidad, y la amplitud de marea en el área es de 0.46 m; por lo tanto, se supone la ocurrencia de un importante flujo y reflujo (ascenso y descenso) de la marea, ‘siendo el principal agente generador de la circulación del agua. Aunque, los vientos que se manifiestan en el área, principalmente

los provenientes del noroeste, representan una componente que en cierta medida influye en la hidrodinámica de este cuerpo de agua.

De tal forma que los aspectos físicos que caracterizan a la laguna de Lobos, son el clima árido que ocasiona su carácter antiestuarino; la ocurrencia de los vientos “Noroestes” que tienen implicaciones ecológicas señaladas por la productividad fitoplanctónica de la laguna y la manifestación de procesos de surgencias en el mar adyacente; los aportes sedimentarios provienen del colector y las corrientes marinas; las fuentes de agua dulce son el colector y las lluvias; el patrón de circulación del agua es primordialmente resultado del efecto de las mareas, debido a su amplia y permanente comunicación con el mar colindante; la salinidad y temperatura son más extremosas que en el mar y esto es más marcado en la parte interna de la laguna, sólo salinidades bajas son registradas en el zona de influencia del dren colector; y la turbidez que se presenta está asociada a la dominancia de sedimentos de diámetro pequeño, lo somero de la laguna y la influencia de los vientos.

Tomando en cuenta el escaso conocimiento sobre las características físicas de la laguna, son necesarios esfuerzos de investigación, prioritariamente sobre su hidrodinámica (patrón de circulación, tasa de recambio), características físico-químicas y cambios geomorfológicos. Es apropiado enfatizar en el conocimiento de su hidrodinámica, ya que de acuerdo con Snedaker y Getter (1985), el balance dinámico de las lagunas costeras gira en su totalidad alrededor de la circulación del agua y depende de ella.

Por otra parte, entre los factores fundamentales que explican la productividad alta de las lagunas costeras se encuentran, (1) el papel clave de las aguas dulces y marinas en el suministro y renovación de nutrientes, material orgánico y oxígeno; (2) la influencia de la radiación solar debido a lo somero de estas áreas; (3) las altas tasas de mezcla que facilitan el intercambio de oxígeno, la circulación de nutrientes y la eliminación de desechos (Snedaker y Getter, op. cit.).

Sobre esto, Brusca (1980), señala que los “esteros” (lagunas costeras antiestuarinas) del Golfo de California, se caracterizan por mantener productividad biológica alta, de forma semejante a la mayoría de los estuarios del mundo. En relación a lo anterior, Gilmartin y Revelante (1978), en el mar adyacente a Bahía de Lobos, determinaron una producción primaria fitoplanctónica promedio de 3 mg C/m<sup>3</sup>/h, en tanto que esta laguna tuvo un promedio de 53 mg C/m<sup>3</sup>/h, con un intervalo entre 34 a 83 mg C/m<sup>3</sup>/h; valores que además, resultan importantes si se considera que para un total de 12 lagunas costeras

del Golfo de California (incluyendo a Lobos) se registró un intervalo entre 15 y 184 mg C/m<sup>3</sup>/h.

La contribución del manglar a la producción orgánica de la laguna no ha sido cuantificada. Sin embargo, Flores-Verdugo (1989), menciona que a pesar de que las costas del Golfo de California son una región predominantemente árida y los manglares estructuralmente pobres, estos son tan productivos como los manglares mejor desarrollados de regiones lluviosas, esto se debe a que los aportes foliares son similares a los efectuados por otros tipos estructurales de manglar más desarrollados.

La importancia del manglar como contribuyente fundamental en la cadena del detritos en esta laguna, se puede resaltar con el estudio de Varela-Romero (1990), cuyos resultados muestran que el componente más importante en la dieta de *Eucinostomus entomelas*, *Eugerres axillaris* y *Diapterusperuvianus* en el área de estudio, es la materia orgánica, la cual no es un producto de la digestión y degradación de los demás componentes consumidos sino resultado de ingestión directa, y agrega, que la defoliación del manglar inicia en verano durante los períodos de lluvias siendo en otoño cuando hay más restos de material vegetal.

De manera que estos peces durante las estaciones de invierno y primavera consumen principalmente materia orgánica, la cual es muy abundante debido a la descomposición de restos vegetales que comienza en otoño. Si se toma en cuenta que los resultados de Yepiz (1990) muestran que *E. axillaris* y *E. entomelas* se encuentran entre las especies más abundantes de la laguna, la importancia del manglar en la vía detrítica resulta evidente.

Con base en lo anterior, se puede suponer que tanto la vía detrítica como la fotosintética son importantes en la producción orgánica de la laguna. Las fuentes de la vía detrítica son principalmente el manglar y en segundo grado, la materia orgánica proveniente del dren, así como el eventual aporte de restos de la vegetación halófila circundante. Las fuentes de la vía fotosintética son primordialmente el fitoplancton y aunque su aportación se desconoce, se debe considerar en un segundo plano a *Zostera marina* y las algas bentónicas.

En el área son necesarios estudios dirigidos a conocer cuantitativamente la vías de producción orgánica, su comportamiento estacional y su relación con las principales características químicas y físicas de la laguna.

### **3.- Hábitats principales y sus comunidades.**

Teniendo en cuenta el propósito de este estudio, se consideró útil enfocar el análisis a nivel de hábitats, señalando sus comunidades biológicas y destacando su importancia en esta laguna costera.

De acuerdo con Day y Yáñez-Arancibia (1988), el fundamento teórico es que el hábitat (=subsistema) representa una unidad morfofuncional de un todo mayor (=ecosistema); es decir, el hábitat es el mínimo valor que define un “paquete” de elementos comunes normalmente identificados con una región específica dentro del ecosistema. Los hábitats tienen fronteras funcionales cuyos límites se modifican en función de la variabilidad estacional y del efecto de los factores externos que modulan al ecosistema.

En particular, Salm y Clark (1984), mencionan que el manejo de estuarios requiere de proteger hábitats críticos y proponen como primer paso para el diseño de áreas protegidas la determinación de hábitats como los pantanos intermareales, manglares, pastos marinos, canales someros, mantos de algas, piso intermareal, salinas, arrecifes de ostras, dunas, playas, islas de barrera y barras aluviales,

Para la determinación de hábitats en lagunas costeras y estuarios se han sido utilizados diversos criterios, por ejemplo, Day y Yáñez-Arancibia (1988), presentaron los hábitats de Laguna de Términos en función de parámetros físicos-ambientales y conjuntos ictiofaunísticos, considerando a (1) el litoral interno de la barra de arena (Isla del Carmen) y pastos marinos, (2) cuenca central mesohalina, (3) sistema fluvio-lagunar, (4) Boca del Carmen y (5) Boca Puerto Real. Por su parte, Zedler y Nordby (1986), determinaron los hábitats del estuario Tijuana, según la variación en topografía, influencia de la marea y aportes fluviales, considerando como hábitats principales a (1) transición de ambiente terrestre a humedal, (2) zona pantanosa intermareal, (3) zona pantanosa salobre, (4) llanura supralitoral, (5) piso intermareal, (6) canales estuarinos y (7) dunas y playa. Cabe mencionar que este estuario no presenta, propiamente, un embahiamiento; además, puesto que está ubicado en zona templada (California, USA), no hay vegetación de manglar.

De acuerdo con lo expuesto, los criterios para determinar hábitats en estos sistemas costeros pueden diferir. Sin embargo, el enfoque resulta apropiado para el propósito del presente estudio y como se señaló en la metodología, para el caso particular de Bahía de Lobos, los hábitats se definieron con base en conceptos básicos de ecología marina y considerando las características geomorfológicas, oceanográficas y biológicas del

ecosistema. El criterio de clasificación adoptado es general y los hábitats o subsistemas (zona pelágica, zona sublitoral, zona de entre mareas, zona de manglar y esteros, y zona de dunas costeras), aún pueden ser divididos según el interés particular; sin embargo, cada hábitat señalado difiere de los otros en términos de sus características físicas y en términos de sus comunidades biológicas presentes.

### **Zona pelágica.**

La dinámica de este hábitat está en función de el patrón de circulación del agua (generado primordialmente por las mareas), la influencia de los vientos (que ocasionan procesos de mezcla) y de los aportes de aguas residuales, así como de las tasas de precipitación y evaporación (característica antiestuarina). Particularmente, cabe resaltar la importancia de la circulación del agua, porque de acuerdo con Snedaker y Getter (1985), cumple funciones tales como, transportar nutrientes y plancton, retirar desechos de los organismos, limpiar el sistema de contaminantes, controlar la salinidad, cambiar los sedimentos y mezclar el agua, entre otras.

Respecto a las comunidades biológicas, en el fitoplancton de estos ambientes las diatomeas representan el grupo predominante y en las lagunas costeras de México los géneros más frecuentes son \**Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, \* *Rhizosolenia*, \**Skeletonema*, \**Leptocylindrus*, *Asterionellopsis*, \**Thalassiosira*, *Eucampia*, \**Thalassionema*, *Guinardia*, *Ditylum*, *Biddulphia*; los cuales se localizan en áreas que tienen mayor influencia marina (Santoyo, 1994). Lo anterior se evidencia en el hábitat estudiado, ya que Hungar-Sierra (1990), encontró que los géneros que se han señalado (\*), son taxa dominantes en la comunidad fitoplanctónica de Bahía de Lobos (ver tabla II). Además, los grupos más importantes son las diatomeas (55 %) y los nanoflagelados (30 %) (ver figura II), existiendo dominancia de diatomeas de agosto a noviembre y dominancia de nanoflagelados de diciembre a febrero; donde la presencia de nanoflagelados está asociada a la ocurrencia de los vientos provenientes del noroeste (Hungar-Sierra, op. cit.).

Santoyo (op. cit.), también menciona que la salinidad es un factor determinante en la distribución de los grupos fitoplanctónicos de las lagunas costeras, lo que es manifiesto en el área, según lo muestran los resultados de Hungar-Sierra (op. cit.), quien encontró que la estación más cercana al dren colector presentó una estructura fitoplanctónica distinta a las demás estaciones con dominancia numérica de diatomeas, mientras que mayor diversidad de géneros se observó en las estaciones próximas a las bocas.

En cuanto a productividad, Gilmartin y Revelante (1978), en 12 lagunas de Golfo de California registraron valores desde el orden de  $0.2 \text{ mg/m}^3$  en Bahía de los Angeles hasta de  $19.9 \text{ mg/m}^3$  en la laguna La Lechugilla. Particularmente, en Bahía de Lobos encontraron niveles de clorofila "a" de 3.4 a  $6.7 \text{ mg/m}^3$ , con un promedio de  $4.4 \text{ mg/m}^3$ , resaltando estos valores la importancia de la comunidad fitoplanctónica en la productividad de esta laguna.

Referente al zooplancton, como se señaló en los resultados, se carece de información. Sin embargo, este hábitat representa un área crítica debido a que diversas especies de importancia económica como moluscos, crustáceos y peces la utilizan durante sus primeros estadios de vida, formando parte del meroplancton lagunar (Margalef, 1969; Colombo, 1977). En el área, es posible que diversas especies de peces que conforman el elenco sistemático como juveniles o adultos, también constituyan parte del componente ictioplanctónico, principalmente representantes de las familias Clupeidae, Engraulidae, Carangidae, Scianidae, Gerreidae y Soleidae, de las cuales se han encontrado larvas determinadas, en su mayoría, a ese nivel sistemático en estudios realizados por Arreola-Lizárraga (1991) y Grijalba et al. (1992), en otras lagunas costeras del Golfo de California.

Las investigaciones sobre la ictiofauna de lagunas costeras en nuestro país son frecuentes, por lo que se cuenta con listados de especies de diferentes ecosistemas lagunares. Yepiz (1990), encontró 48 especies para Bahía de Lobos, pero con lo obtenido en el presente trabajo aumentaron a 74, que es poco mayor a lo encontrado en otras lagunas costeras del Golfo de California: sistema Huizache-Caimanero -60- (Amezcu-Linares, 1977); Estero el Verde -54- (Chan-González y Ramírez-Flores, 1978); Navachiste -30- (Vicencio, 1979); Estero del Soldado -40- (Loesch, 1980); Ensenada de la Paz -46- (Tron y Villavicencio-Garayzar, 1988); Estero El Sargento -58- (Castro-Longoria et al., 1990); Estero la Cruz -55- (Grijalba-Chon y Nuñez-Quevedo, 1990); Bahía de Topolobampo -47- (Torres-Orozco y Castro-Aguirre, 1990); Estero Algodones -47- y Bahía de Guásimas -3 1- (Yepiz, 1990).

El elenco sistemático de peces en el área de estudio, debe ser aún mayor, considerando que: (1) las colectas de Yepiz (1990) y de este estudio solamente fueron diurnas, (2) las colectas con red de arrastre sólo se hicieron durante una parte del año, y (3) no se han utilizado otras técnicas de colecta. En este sentido, hay que subrayar la importancia de utilizar diversas técnicas de colecta para elaborar los elencos sistemáticos de ictiofauna, esto se comprobó en este estudio ya que con la utilización de red de arrastre se anexaron 26 especies más al elenco presentado anteriormente por Yepiz (op. cit.).

Yáñez-Arancibia (1986), menciona a la red de arrastre, red de chinchorro, red agallera, red estacionaria, trampas, anzuelo manual, líneas de anzuelo, arpones y figas, así como compuestos químicos (rotenona, etc.), entre los distintos métodos utilizados **comunmente** para la colecta de peces, los cuales tienen diferente uso y efectividad.

Por otro lado, Yepiz (op. cit.) a partir de colectas con **atarraya** encontró que durante el verano se presenta la menor abundancia de peces, mientras que en las otras estaciones del año se presentan mayores cantidades y eventualmente ocurren picos de abundancia que generalmente están asociados a la contribución de unas cuantas especies que en determinadas épocas del año penetran a la laguna. Con relación a la distribución espacial, durante octubre-febrero (1992-1993), se observaron con más frecuencia mayores concentraciones de peces en el área aledaña a las descargas del dren colector, aunque en general no se evidencia un patrón de distribución para el total de peces. Por lo tanto, el análisis de la distribución espacial de la abundancia debe abordarse a nivel de especie y como lo señala Yáñez-Arancibia (1975), considerando variables como el tipo de fondo, áreas de manglar, vegetación subacuática, así como variaciones de salinidad y temperatura.

De acuerdo con los resultados, es importante destacar que la mayoría de las especies encontradas se desplazan hacia adentro y fuera de la laguna, con diversos fines como refugio, crianza, alimentación, etc., lo que constituye un reflejo de la importancia que representa el hábitat para la ictiofauna y es sobresaliente que más del 50 % de las especies que ocurren utilizan la laguna como área de crianza. Adicionalmente, más de la mitad son de importancia económica y dependen del hábitat al menos durante una parte de su ciclo de vida.

Según lo expuesto sobre la comunidad íctica de Bahía de Lobos, existe concordancia con lo que se manifiesta en general para estuarios y lagunas costeras; sobre ello, Kennish (1990), resume que la ictiofauna de este tipo de ecosistemas está representada por numerosas especies migratorias que estacionalmente se mueven hacia adentro y fuera del sistema y sólo un número pequeño de poblaciones son residentes, existiendo dominancia marcada de pocas especies reflejando el conjunto de adaptaciones y la amplia tolerancia que poseen. Así mismo, los juveniles que utilizan estos cuerpos de agua como áreas de crianza, constituyen las formas más abundantes y muchos provienen de poblaciones costeras adyacentes.

Además de las comunidades biológicas **señaladas** que son características de la zona pelágica en la laguna, este hábitat es utilizado con fines de alimentación por diversas especies de aves, entre las que cabe resaltar a representantes de la familia Laridae como

*Larus heernzanni*, *Sterna antillarum* y *S. elegans*, las cuales están consideradas actualmente como amenazada, en peligro de extinción y amenazada, respectivamente. Adicionalmente, en el área de las bocas de la laguna ocurren los mamíferos marinos *Tursiops truncatus* y *Zalophus californianus* con fines de alimentación, y éste último tiene la categoría de especie con protección especial.

### **Zona sublitoral.**

Considerando los resultados de Villalba *et al.* (1989), en este hábitat predominan los sedimentos finos del tipo limo grueso con relación a los sedimentos gruesos como arenas medianas y muy finas y su distribución está controlada por el patrón de corrientes y por las descargas del dren. Lo anterior tiene relevancia con las comunidades que habitan el dominio bentónico de la laguna; sin embargo, el nivel de conocimiento sobre ellas es mínimo.

En este hábitat es evidente la necesidad de conocer la dinámica poblacional de *Zostera marina*, pasto marino que se observó en los meses de invierno. Se hace énfasis en esto porque, de acuerdo con Moffín *et al.* (1984), citados por Castellanos y Llinas (1991), dicha planta constituye el principal alimento invernal del ganso de collar (*Branta bernicla nigricans*), especie que fué observada con mayor abundancia que el resto de la avifauna.

Por otro lado, los trabajos de Campoy-Favela y Calderón-Aguilera (1991) y Calderón-Aguilera y Campoy-Favela (1993), muestran que en este hábitat dominan los poliquetos (53.3 %), crustáceos (22.8%) y moluscos (17.8); los crustáceos son principalmente anfípodos, cumáceos, isópodos y decápodos, mientras que los moluscos son bivalvos y gasterópodos, principalmente.

En este sentido, Contreras (1993) menciona que en las comunidades bentónicas estuarinas, la mayoría de las especies son suspensívoras (principalmente bivalvos, anfípodos, y diversas especies de poliquetos) o tragadores de depósito (principalmente poliquetos) y existe la tendencia de que los tragadores de depósito predominen en sedimentos finos, mientras que los filtradores dominan en sedimentos arenosos. Esto se evidencia de manera general en Bahía de Lobos, ya que en este hábitat los sedimentos finos (limos) cubren mayor superficie que los sedimentos gruesos (arenas) y se observa que los poliquetos (tragadores de depósitos) destacan por su número de especies, mientras que los bivalvos y otros grupos filtradores están representados por menos especies.



Por otra parte, cabe destacar la importancia del hábitat para el camarón azul (*Penaeus stylirostris*) y la jaiba (*Callinectes bellicosus*), ya que de acuerdo con Ruíz-Durá (1985), *P. stylirostris* utiliza estos cuerpos de agua con fines de crianza y una vez que alcanza el estado adulto migra hacia mar abierto. En tanto que *C. bellicosus* utiliza estas zonas como adulto con fines de reproducción y sus larvas son exportadas hacia mar abierto, según lo muestra el modelo conceptual de su ciclo de vida en otra laguna costera antiestuarina del Pacífico mexicano, presentado por Sánchez-Ortíz y Gómez-Gutiérrez (1992). De tal forma que para ambas especies que constituyen recursos pesqueros representa un hábitat crítico.

Particularmente, durante el período de estudio la distribución espacial de *P. stylirostris* y sobre todo de organismos juveniles se encontró asociada con valores bajos de salinidad que son resultado de la influencia de las aguas residuales que descargan en la costa este, zona donde se observó mayor abundancia camarón, sobresaliendo los organismos juveniles. Con respecto a la distribución temporal de su abundancia, la disminución drástica observada en el mes de febrero (ver tabla IV), se debe en parte, al esfuerzo pesquero aplicado desde octubre y en parte, por la emigración hacia el mar colindante de organismos que alcanzan el estado adulto. Cabe añadir, que normalmente la temporada de veda de este recurso y en este tipo de cuerpos de agua, se establece de febrero a septiembre para el Pacífico mexicano.

La distribución espacial de *C. bellicosus*, no presentó un patrón definido. Mientras que su abundancia y distribución temporal esta relacionada con su estrategia reproductiva, según lo demuestran Morales-Azpeitia *et al.* (1994), quienes encontraron que en el área de estudio el período de reclutamiento más importante de esta especie ocurre en los meses fríos; para machos de noviembre a abril y para hembras de noviembre a diciembre.

### **Zona de entre mareas.**

Las mareas juegan un papel importante en la dinámica lagunar por el amplio grado de comunicación existente entre el mar colindante y este cuerpo de agua. La poca pendiente del fondo de la laguna, aunado a la amplitud de marea, originan una extensa superficie intermareal con sus consecuentes implicaciones ecológicas.

Las comunidades de este hábitat no han sido objeto de estudios formales. Brusca (1980), describe que en la zona intermareal de estos cuerpos de agua del Golfo de California, es muy común encontrar a los gasterópodos *Cerithidia mazatlanica*, *Cerithium stercusmuscarum*, *Natica chemnitzii* y especies de *Nassarius*; sí el sustrato es arenoso se

encuentran a representantes de *Oliva* y *Olivella*, poliquetos de los géneros *Diopatra*, *Chaetopterus* y *Arenicola*, así como anfípodos del género *Corophium*; en sedimentos fango-arenosos, hay una variedad de poliquetos, camarones fantasmas de los géneros *Callianassa* y *Upogebia*, los isópodos *Ancinus*, *Cirolaria*, *Exciriolaria* y el sipuncúlido *Sipunculus nudus*.

En el caso particular de los moluscos, las especies colectadas durante octubre-febrero (1992-1993), coinciden en su mayoría con la fauna malacológica encontrada por García-Cubas y Reguero (1987) en Estero El Rancho (en Bahía de Guaymas) y Bahía de Yavaros, ubicadas aproximadamente 100 Km al norte y 150 Km al sur de Bahía de Lobos, respectivamente. De manera específica, estos autores encontraron que en dichos sistemas el gasterópodo predominante es *Nassarius tiarula*, un pequeño caracol carnívoro depredador de almejas, el cual también se encontró con mucha frecuencia en la zona intermareal de Bahía de Lobos.

Teniendo en cuenta la composición similar de especies de moluscos en estos sistemas, es posible suponer que la comunidad de moluscos de Bahía de Lobos esté caracterizada como en las otras lagunas costeras de Sonora y Sinaloa estudiadas por García-Cubas y Reguero (op. cit.); donde los bivalvos son, principalmente, cavadores de nutrición filtradora o suspensiva, que se encuentran en arenas de grano fino; mientras que en menor cantidad, se hayan los detritívoros, que se localizan en sustratos compuestos por limos y arcillas. Los gasterópodos son, en su mayoría, carnívoros depredadores que están asociados a sitios donde existe mayor densidad de bivalvos, y en menor grado se encuentran gasterópodos detritívoros.

La zona de entre mareas también representa un hábitat de particular importancia para la avifauna marina, principalmente para su alimentación; de las 57 especies que conforman el elenco sistemático encontrado, 37 especies ocurren en este hábitat, la mayoría son especies migratorias que se presentan durante el invierno (tabla VIII). Además, en este hábitat existen sitios específicos utilizados como áreas de descanso por *Pelecanus occidentalis*, *Phalacrocorax auritus* y *Ph. penicillatus*, entre otras, las cuales obtienen su alimento en la zona pelágica.

### **Zona de manglar y esteros.**

Por su estructura, el manglar del área corresponde al tipo matorral que se caracteriza por un escaso desarrollo, y que es típico de lagunas donde se presenta un

balance hidrológico negativo. En México este tipo estructural de manglar se localiza en las regiones áridas y semiáridas (Flores-Verdugo, 1989).

Snedaker y Getter (1985), señalan que la dependencia del manglar sobre la disponibilidad de agua dulce proveniente de escorrentías, impide que se desarrollen a su máximo potencial en áreas extremadamente áridas, particularmente donde existe un efecto secante como resultado de la predominancia de vientos fuertes. De esta forma, el escaso desarrollo que presenta el manglar en el área, se relaciona con las condiciones climáticas característicamente áridas de la región, así como con la ocurrencia de vientos intensos provenientes del noroeste durante invierno y primavera. En el área se carece de información sobre la cobertura de las distintas especies y de la contribución cuantitativa a la producción orgánica de la laguna.

Los manglares en el Golfo de California constituyen un hábitat único al que están asociados un gran número de plantas y animales. Los invertebrados típicamente asociados con el manglar en esta región, de acuerdo con Brusca (1980), son esponjas de los géneros *Litaspongia* y *Ophlitaspongia*; los ostiones *Ostrea columhensis* y *O. palmula*; ciertos gasterópodos como *Littorina fasciata*, *Cerithium stercusmuscarum*, *Crepidula* spp. y *Crucibulum* spp.; los balanos *Balanus pacificus* y *Chtamalus anisoperna*; varios cangrejos como *Goniopsis pulchra*, *Tetragrapsus transversus* y *Geograpsus lividus*; o fiuridos *Ophiotrix spiculata* y *Ophiactis simplex*; mientras que en los canales de estos sitios es común encontrar cangrejos nadadores de los géneros *Portunus* y *Callinectes*, así como a otros invertebrados y peces.

Con relación a la avifauna, de las especies observadas en la laguna, al menos 21 especies utilizan el manglar y esteros como hábitat, entre las que es importante señalar a la garza gris (*Ardea herodias*), y los patos (*Anas americana*, *A. acuta*, y *Aythia affinis*), debido a que están consideradas bajo “protección especial” por la legislación mexicana; también cabe mencionar la ocurrencia del ganso de collar (*Branta bernicla nigricans*) y del pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) que son un componente importante de la avifauna migratoria que se presenta en invierno.

El manglar tiene singular importancia ya que cumple funciones elementales en procesos ecológicos del sistema, tales como la producción de hojarasca que contribuye como fuente principal para la formación de detritos y que representa una de las vías de producción orgánica en la laguna; la preservación de la calidad de agua, debido a su capacidad para extraer nutrientes del agua circundante y así reducir la eutrofización y por último, exportación de detritos a la zona costera adyacente por efecto de las mareas.

### **Zona de dunas costeras.**

Este hábitat está constituido por dunas activas y estabilizadas, donde los principales factores que determinan su dinámica son las corrientes litorales, el patrón de vientos estacionales y los períodos de lluvia; el hábitat, además de la vegetación propia de dunas costeras, sostiene vegetación **halófito** y matorral desértico, desconociéndose en general casi todo lo referente a las comunidades biológicas de esta zona.

Las dunas costeras tienen una alta variabilidad topográfica y una serie compleja de gradientes ambientales inter-relacionados que conforman **diferentes microhábitats** para una gran cantidad de especies. Para ciertas especies representan sitios importantes para anidación, reproducción o alimentación (Martínez *et al.*, 1993).

De acuerdo con Zedler y Nordby (1986), las dunas costeras tienen un alto significado biológico al cual no se le ha otorgado el valor que merece, su importancia está basada en su diversidad **florística**, por proporcionar un hábitat para muchas especies de insectos, y para la anidación y descanso de aves. Adicionalmente, constituyen un hábitat dinámico sujeto a influencias ambientales como el viento, temperatura y corrientes litorales, sin embargo una variedad de plantas y animales se han adaptado a estas condiciones, incluso muchas especies se encuentran sólo en las dunas. En particular, estos autores encontraron que en el estuario Tijuana, California, las dunas son un hábitat utilizado por *Sterna antillarum* para anidar y además varias especies de aves se alimentan en playas arenosas adyacentes a las dunas.

Tomando en cuenta, por un lado, que en el área de estudio las dunas cubren una superficie importante donde hay poco disturbio, y por otro, que en la laguna se observaron *Sterna antillarum* y *Sterna elegans*, las cuales actualmente se encuentran en peligro de extinción y amenazada, respectivamente; reviste singular interés llevar a cabo estudios con el fin de determinar la posible anidación de dichas especies en estas dunas.

Finalmente, con apoyo en la información sobre la caracterización de los **hábitats** de la laguna, es notable que Bahía de Lobos como sistema ecológico desempeña funciones importantes, tales como: (1) la disponibilidad de **hábitats** para especies que están bajo protección por la legislación mexicana; (2) proporcionar **hábitats** para alimentación, **reproducción y/o** áreas de crianza de especies que constituyen recursos pesqueros; (3) la satisfacción de las necesidades de aves migratorias y residentes que requieren refugio, alimento y sitios de reproducción y anidación con poco disturbio.

#### **4.- La influencia humana.**

Este ecosistema costero sustenta actividades económicas, como son: la pesca, acuicultura, cacería y explotación de sal. Además, la laguna también se utiliza como depósito de aguas residuales sin tratamiento, generadas por los asentamientos humanos y actividades agropecuarias que se desarrollan en la región. La influencia de estos usos está pobremente documentada; no obstante, es posible denotar de forma general sus efectos actuales y potenciales sobre el ecosistema y sus recursos.

##### **Pesca.**

Los hábitats pelágico, sublitoral, intermareal y manglar-esteros, son utilizados en mayor o menor grado para desarrollar actividades de pesca, sin que hasta el momento sea tangible, en lo general, un efecto negativo por esta actividad a nivel de hábitat, sin embargo es notorio que la insuficiente regulación pesquera es un aspecto que en cierta forma ha influido en la disminución de los recursos pesqueros.

La actividad pesquera tiene más impacto en la zona sublitoral, debido a que en ella se efectúa mayor presión por las artes de pesca y particularmente por el “jorongo”, que es el arte más utilizado para capturar camarón; pero es necesario cuantificar el impacto de esta red de arrastre sobre la alteración del sustrato y sus efectos sobre la comunidad bentónica, ya que se carece de elementos para evaluar el deterioro provocado sobre el hábitat, como tal. Adicionalmente, esta actividad como fuente de disturbio debido al tránsito de embarcaciones, puede considerarse baja, pues en la laguna navegan sólo embarcaciones menores y además el área se utiliza en mayor grado durante el período de pesca del camarón (septiembre-febrero) y principalmente la zona de uso es la porción central de la laguna, mientras que las zonas de manglar, esteros, e intermareal, en lo general, son menos utilizadas para la obtención de otros recursos.

En relación a los recursos, el camarón azul (*Penaeus stylirostris*) ha presentado variaciones en sus capturas, observándose una tendencia a la baja en los últimos años. Sin embargo, la disminución paulatina de sus capturas es un comportamiento que se manifiesta en el resto de los cuerpos de agua costeros del estado de Sonora. Por lo tanto, no es posible adjudicar el hecho sólo al esfuerzo pesquero en esta laguna, sino más bien y aunado a ello, al esfuerzo de pesca sobre las poblaciones en la costa adyacente y a las fluctuaciones de los factores climáticos y oceanográficos que influyen en su dinámica poblacional.

Para el caso del recurso escama, los datos presentados en los resultados no son específicos de la laguna, ya que en la delegación de pesca donde se obtuvieron no se precisa el origen de las capturas, y corresponden a datos tanto de la laguna como de otros sistemas costeros colindantes. Además, varias especies se agrupan bajo el nombre de “escama”, desconociéndose la composición específica y por consiguiente el comportamiento de las capturas a nivel especie, situación que ocasiona una gran limitante para el análisis.

Sobre esto, es conveniente subrayar la escasez de información sobre los recursos pesqueros. Los avisos de arribo oficiales son incompletos, pues las capturas en muchas ocasiones no son reportadas por los pescadores y/o no se tiene al parecer, seguimiento apropiado por parte de las dependencias encargadas de llevar a cabo esta tarea. Sin embargo, lo importante en todo caso, es que los registros de “escama” de la región muestran el comportamiento a la baja en la captura de peces y esto constituye un reflejo de la situación que prevalece. Es decir, el asunto de interés, es que las capturas de peces cada vez son menores y probablemente esto sucede con los bivalvos, de los que tampoco se tienen datos.

En este sentido, lo que debe preocupar es el hecho de que en esta laguna, sólo el camarón, la jaiba y la lisa cuentan con regulación pesquera. Para el resto de los recursos (peces y bivalvos) que se explotan no existen normas de uso y en general se desconoce la situación en que se encuentran las poblaciones de prácticamente todos los recursos pesqueros.

Esto es un asunto clave de manejo y resulta prioritario dirigir esfuerzos de investigación pesquera para conocer que recursos están agotándose y cuales son las causas, así como tener en consideración que para proponer medidas de regulación no sólo se deben considerar la abundancia, disponibilidad y susceptibilidad del recurso sino además la salud y amenazas que presentan los hábitats donde se desarrollan.

La influencia negativa de la pesca sobre los recursos más que a los métodos y artes de pesca utilizados, se debe a la manera en que se desarrolla, ya que la mayoría de los recursos pesqueros se explotan sin regulación.

### **Acuicultura.**

El hábitat utilizado para el cultivo de ostión es el de manglar-esteros y para el desarrollo de esta actividad no se han efectuado modificaciones al hábitat, por lo tanto y

