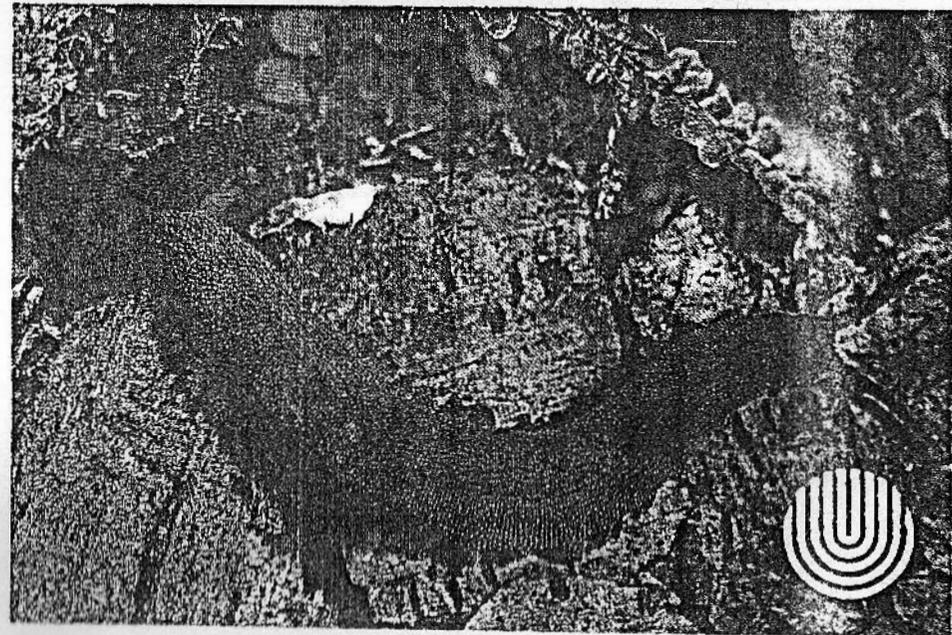


Julián Monge Nájera

E D I T O R

# DESARROLLO SOSTENIBLE

SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT



M E M O R I A

## CONTENIDO/CONTENTS

Presentación/Foreword	3
Presentación/Foreword	4
Introducción/Introduction	5
<b>Documentos de la actividad Setiembre Científico de la Cátedra Dr. Franklin Chang</b>	
<i>Documents of the activity September for Science, Franklin Chang Lecture Series</i>	
• Historia de las políticas costarricenses en desarrollo sostenible <i>Carlos Quesada Mateo</i>	15
• Desarrollo sostenible: de la teoría a la ejecución <i>Orlando Morales</i>	21
• Papel del Consejo de la Tierra en el desarrollo sostenible <i>Alicia Bárcena</i>	31
• La actividad forestal en Costa Rica y el desarrollo sostenible <i>Luis Fournier</i>	35
• El desarrollo sostenible visto desde un jardín costarricense <i>Luis Diego Gómez Pignataro</i>	59
• Recursos pesqueros y desarrollo sostenible <i>Carlos R. Villalobos</i>	63
<b>Documentos del Congreso Internacional sobre Ecología y Medio Ambiente, Bahía Drake, Península de Osa, Costa Rica, América Central, 20-24 de junio, 1994</b>	
<i>Documents of the International Conference on Ecology and the Environment, Drake Bay, Osa Peninsula, Costa Rica, Central America, June 20-24, 1994</i>	
• Resultados del trabajo en comisiones del Congreso Internacional sobre Ecología y Medio Ambiente <i>Celso Vargas</i>	71
• Impressions of the International Conference on Ecology and Environment. Drake Bay, Costa Rica, June 20-24, 1994 <i>Melanie Mason</i>	79
• International Conference on Ecology and Environment <i>Adrian Newton</i>	83
<b>Historia y documentación</b>	
<i>History and information retrieval</i>	
• The forgotten banana connection: origin and evolution of environmental awareness in Costa Rica <i>Julián Monge-Nájera</i>	85
• Los centros de documentación al servicio de quienes toman decisiones <i>Emma Grace Tuk Mena</i>	129

## Biodiversidad

### Biodiversity

- Compensation for biodiversity preservation: questions raised by the biodiversity convention  
*Deborah S. Davenport* ..... 137
- Modelos para la riqueza específica en ambientes fluctuantes  
*Fernando R. Momo, Martín Alvarez y Mariano Alvarez* ..... 179

## Manejo forestal

### Forest management

- Investigating the "greening" of the international tropical timber trade  
*Jean-Pierre Kiekens* ..... 193
- A synecological classification of tropical terrestrial ecosystems: a first approach  
*Edgar E. Gutiérrez-Espeleta* ..... 199
- An evaluation of riparian corridor ground cover using a geographic information system  
*Charles V. Shorten and Roger W. Mustalish* ..... 217
- Stress on tree resources due to rural domestic energy use: a case study  
*A. Sharma and V. Joshi* ..... 241
- Conservación y uso de los recursos naturales en México: plantas medicinales en Durango  
*Lourdes Hernández de J. y Verónica Rodríguez L.* ..... 251
- Efecto en el balance hídrico por la transformación de un bosque caducifolio templado de segundo crecimiento a una plantación forestal exótica, en la cordillera costera de Chile  
*Juan Pablo Fuentes E., Jaime Hernández P., Juan Caldentey P. y Haydeé Castillo G.* ..... 273
- Efectos de los extractos vegetales en la regulación de plagas (*Spodoptera eridania*) en cultivo de camote (*Ipomoea batata*), Valle Huaura-Sayan, Huacho, Perú  
*Enrique A. Torres Salazar* ..... 289
- Sustainable management and conservation of forest genetic resources in Central America  
*A.C. Newton, J.P. Cornelius and E.A. Corea* ..... 301

## Manejo de franjas costeras

### Coastal zone management

- Actuaciones para la recuperación y restauración de la playa de San Julián y terrenos adyacentes, Málaga, España  
*A. Armas, María D. Mestre y J.L. Almazán* ..... 319
- Bases ecológicas para la conservación y el desarrollo turístico de Bahía de Banderas, Nayarit, México  
*Patricia Moreno-Casasola, Gonzalo Castillo, Daniel Geissert, Fernando González, Alberto González, Gabriela Vásquez y Marcelo Aranda* ..... 343
- Building constituencies for integrated coastal zone management in Costa Rica: the Agujitas experience  
*Tracy Ann Thielscher and Frankling Paniagua Alfaro* ..... 363

## Parques Nacionales

### *National parks*

- Modelo conceptual y bases para el diseño de centros de visitantes de parques nacionales en Venezuela  
*Jesús Aranguren, Esmeya Díaz de Mariño y Juan Pedro Ruíz Sans* . . . . . 375
- Perfil del visitante del Parque Nacional Morrocoy y del Refugio de Fauna Silvestre Cuare, Estado de Falcón, Venezuela  
*Gisela Pittevil, Jesús Aranguren y Juan Pedro Ruíz Sans* . . . . . 395

## Contaminación atmosférica y ciclos biogeoquímicos

### *Air pollution and biogeochemical cycles*

- 1989-1991: Análisis de tendencia de contaminantes del aire en la ciudad de Querétaro, México  
*Antonio Aranda Regalado, María Eugenia Ortega Morín y Arturo Velázquez González* . . . . . 423
- Aluminum production, greenhouse gas emissions, and sustainable development in the Brazilian rainforest  
*Melanie Mason* . . . . . 433
- Silicon soil state and biogeochemical balance in forest and grass ecosystems  
*E.A. Bocharnikova and V.V. Matichenkov* . . . . . 553
- Total and partial biogeochemistry cycle of Si in various ecosystems  
*V.V. Matichenkov and E.A. Bocharnikova* . . . . . 467

## Resúmenes

### *Abstracts*

**Documentos de la Actividad  
Setiembre Científico  
de la Cátedra Dr. Franklin Chang**

---

***Documents of the Activity  
September for Science,  
Franklin Chang Lecture Series***

**BASES ECOLOGICAS PARA LA CONSERVACION Y EL DESARROLLO  
TURISTICO DE BAHIA DE BANDERAS, NAYARIT, MEXICO.**

Patricia Moreno-Casasola, Gonzalo Castillo, Daniel Geissert, Fernando  
González, Alberto González, Gabriela Vázquez y Marcelo Aranda.  
Instituto de Ecología, A.C. Apdo. Postal 63, Xalapa 91000,  
Ver., México.

**RESUMEN**

La región de Bahía de Banderas, Nayarit, en el Pacífico de México es un valle formado por el río Ameca y que ha sido utilizado con fines agrícolas principalmente. Más recientemente se tienen planes para la construcción de desarrollos turísticos, tratando de mantener un balance entre las actividades humanas y las económicas. Se realizó un estudio de planeación del uso del suelo con especial énfasis en la obtención de información sobre la riqueza de flora y fauna y su relación con las unidades naturales (geomorfo-edafológicas e hidrológicas) tratando de ubicarlas dentro de un contexto de nivel de paisaje. Como elementos ecológicos fundamentales de análisis e integración se utilizaron conceptos como son la conectividad, heterogeneidad y gradientes. A través de ellos se desarrolló un modelo donde se ubicaron áreas que debían ser regidas por políticas de aprovechamiento, de conservación y de protección.

**INTRODUCCION**

El Pacífico de México es un litoral extenso en gran parte del cual la cordillera de la Sierra Madre del Sur se acerca mucho a la costa. Esto produce, en la parte terrestre del litoral, un paisaje de montañas, cerros y lomeríos que descienden al mar formando gran cantidad de caletas y bahías rodeadas por acantilados, con algunos valles fluviales entremezclados. En la parte marina, la plataforma continental es angosta y desciende muchas veces de manera abrupta. Esto produce un paisaje de gran belleza, enmarcado por sierras altas hacia el horizonte y muy heterogéneo en sus elementos costeros.

La costa constituye un ambiente frágil donde interactúan tres grandes sistemas: mar, tierra y atmósfera. Cada uno de ellos presenta características y dinámicas muy particulares y es justamente esta delgada línea de playas, marismas, manglares y zonas intermareales donde se produce una mezcla de influencias e impactos. Cuando predomina la influencia de las mareas las comunidades más frecuentes son los estuarios, manglares y marismas; cuando predomina la influencia del agua dulce que baja de las cuencas se tienen humedales y deltas; cuando predominan los sedimentos que acarrearán los ríos, el oleaje los deposita en las playas. La línea de costa recibe la influencia de todos los procesos ecológicos que se producen en las cuencas así como de los impactos causados en los mismos, al igual que de los procesos oceanográficos y ecológicos que se dan en los bajos fondos y océano colindantes.

La zona de trabajo se localiza en la Bahía de Banderas, (estado de Nayarit), en el Pacífico de México (Fig. 1), en el extremo noroccidental de la Sierra Madre del Sur. Es un valle fluvial, atravesado por el curso inferior del sistema del Río Ixtapa-Ameca, el cual constituye el límite entre los estados de Nayarit y Jalisco. En este último, también sobre la bahía, se encuentra un importante desarrollo turístico de alta densidad habitacional y hotelera- Puerto Vallarta.

Desde hace varias décadas, el valle de Banderas ha sido una zona importante de producción de tabaco y mango y cuenta con un sistema de canales de riego. La ganadería bovina es de tipo extensivo o sea que el ganado se deja ramonear libre durante gran parte del año en las comunidades de selva de la sierra.

En la década de los setentas se inició en Bahía de Banderas (Nayarit) un desarrollo turístico costero, el cual fue abandonado; este proyecto se reinició a finales de los ochenta, buscando crear un enclave turístico radicalmente distinto del que se encuentra al

otro lado del río Ameca (P. Vallarta).

El estudio de la zona se abordó mediante la integración de un equipo multidisciplinario. En el presente trabajo solo se presenta la información ecológica y medioambiental buscando, a través de un estudio de caso, aportar algunos elementos ecológicos que permitieron caracterizar, diagnosticar y plantear un proyecto ambiental de conservación de la biodiversidad regional tanto de especies como de comunidades, dentro de un desarrollo turístico.

#### METODOLOGIA

Mediante la utilización de fotografías aéreas a escala 1:35,000, análisis de mapas topográficos, geológicos, de suelo, de vegetación y usos del suelo (publicados por INEGI), y con el apoyo de recorridos y muestreos de campo se realizó la obtención de información. Las metodologías se pueden subdividir en aquellas utilizadas para la descripción del medio físico y las utilizadas para el medio biótico. Con el material arriba descrito se interpretaron los rasgos geomorfológicos, geológicos y edafológicos; en el terreno se procedió a la descripción y verificación de los límites de las unidades naturales y al estudio de los suelos representativos a partir de pozos a cielo abierto. La información se vertió en mapas (geomorfología, suelos, vegetación, diagnóstico). Para caracterizar desde el punto de vista ecológico a los sistemas acuáticos se efectuaron muestreos de agua para análisis físicoquímicos en 10 estaciones de muestreo abarcando toda la zona de estudio (Fig. 2). A cada muestra se le determinó salinidad con un salinómetro Marca YSI, pH con un potenciómetro Exttech y se determinaron fosfatos, nitratos, nitritos y amoníaco con un espectrofotómetro Hach DR/2000.

La vegetación se analizó mediante colectas florísticas, análisis de estructura (altura y cobertura mediante la escala de

Westhoff y Maarel (1978) y de composición (en cuadros de 10x10m para vegetación arbórea, 5x5 para arbustiva y 2x2 para herbácea), en las distintas comunidades detectadas mediante fotografías aéreas y sobrevuelo de helicóptero. Para los 319 cuadros muestreados se registraron parámetros ambientales -topográficos y edáficos. Los datos se analizaron mediante programas de clasificación (TWINSPAN, Hill 1979a) y de ordenación (DECORANA, Hill 1979b). En el estudio de fauna se hizo énfasis en los reptiles, aves y mamíferos. Se elaboró a partir de bibliografía una lista de las especies de posible ocurrencia en la zona y mediante trabajo de campo se determinaron los habitats (entendidos como comunidades vegetales). Se registraron los vertebrados de cada uno de esos habitats mediante observaciones directas y/o métodos indirectos y se desarrollaron entrevistas con los pobladores locales. Para la identificación de los vertebrados terrestres se consultaron libros y guías específicos para la fauna mexicana (Alden 1969, Peterson y Chalif 1973, Aranda 1981, Hall 1981, Alvarez del Toro 1982, Robbins et al. 1983, Ceballos y Miranda 1986, Escalante 1988, Peterson 1990, Aguayo y col. 1990, Aguilar-Ortiz 1981, Villaseñor 1990 entre otros).

## RESULTADOS

### a. Descripción del medio abiótico.

La zona se caracteriza por un clima  $Aw_0(w)(i')$  de Koeppen modificado por García (1988), caracterizándose por ser el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano (junio a septiembre). La precipitación anual es en promedio 1120 mm y la temperatura media anual de 26°C. Presenta una marcada estacionalidad con un período de secas de 7-8 meses del año en el cual caen solo 150 mm. Como consecuencia los escurrimientos secundarios son intermitentes y solo los cauces principales tienen un flujo permanente, aunque con fuertes variaciones de caudal en el estiaje.

En Bahía de Banderas coexisten tres conjuntos morfoestructurales -la Sierra de Vallejo, la península de Punta Mita y valle de Banderas- caracterizados por una gran diversidad de formas y depósitos (Cuadro 1, Fig. 3).

En la zona se encuentra un sistema lagunar estuarino formado por la laguna costera El Quelele, el estero el Chino y un conjunto de lagunetas de agua salobre conectadas entre sí por un canal y que desembocan en el estero. Al sureste de la laguna se encuentran pequeñas lagunetas de agua dulce alimentadas por el manto freático y el agua de lluvia (Fig. 2). La laguna El Quelele y las lagunetas asociadas al estero reciben agua dulce del manto freático y del río Tontoreque principalmente en época de lluvias y permanentemente agua salada a través del estero El Chino debido a la acción de las mareas, por lo que son salobres. Estos dos aportes de agua (dulce y marina) provocan el establecimiento de un gradiente de salinidad, encontrándose la zona menos salina en la desembocadura del río y la más salina en la entrada del estero en la zona de comunicación con el mar. Durante la época de secas la salinidad de este sistema de lagunas está influenciada principalmente por la entrada de la marea llegando a registrarse de 20 a 25 ppm ya que el aporte del río es casi nulo. En la época de lluvias el aporte del río Tontoreque se incrementa en forma importante llegando a ser torrencial por lo que la salinidad disminuye. En esta época los escurrimientos de los terrenos que rodean a la laguna también aumentan y arrastran sedimentos en forma importante hacia el sistema.

Las características fisicoquímicas de estos sistemas reflejan su dinámica y el gradiente ambiental. Los sistemas salobres presentan valores de pH alrededor de 8 manifestándose el efecto del agua de mar que en promedio es de 8.2. Por el contrario, en las lagunetas de agua dulce se registraron valores de pH de 7 lo que manifiesta su naturaleza dulceacuícola (Fig. 2). En relación a los nutrientes, los fosfatos fueron más abundantes en los sistemas salobres, mientras que los valores más bajos se encontraron en las

lagunetas de agua dulce debido a que su sustrato, predominantemente fangoso, es una fuente importante de nutrientes en particular de fosfatos, mientras que en los cuerpos de agua dulce y el estero no hay tal cantidad de sedimentos. En cuanto al nitrógeno que se determinó en la forma de nitratos, nitritos y amoníaco, se encontró que predominó en los sistemas salobres en la forma de amoníaco, coincidiendo con lo reportado para otros sistemas lagunares-estuarinos en los que se ha encontrado que el amoníaco representa del 60 al 90% del nitrógeno total (Contreras, 1985).

La laguna se encuentra rodeada por una franja de manglar de diferente anchura y por terrenos de cultivo. Estos últimos han favorecido aparentemente el azolvamiento de algunas zonas de la laguna, constituyéndose en zonas de alimentación de aves por su alto contenido en materia orgánica y de invertebrados.

#### b. Descripción del medio biótico.

Como producto de la clasificación se detectaron 10 grandes grupos considerados como 10 diferentes comunidades vegetales o tipos de vegetación además de los acabuales y cultivos: selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, palmar, sabana, vegetación halófila, vegetación riparia, manglar, selva baja inundable, vegetación de dunas costeras y vegetación de playas rocosas (sensu Miranda y Hernández 1963). Conjuntan 405 especies, distribuidas en 92 familias, siendo las más abundantes Leguminosae (48 especies), Graminae (40), Euphorbiaceae (30), Rubiaceae (19), Cyperaceae (15), Moraceae (10), Compositae, Apocynaceae y Solanaceae (todas ellas con 9 especies). Cabe aclarar que este no fue un muestreo exhaustivo por lo que con estudios posteriores el número se incrementará. La distribución de especies es bastante específica: 197 de ellas se encontraron en una sola comunidad, 70 en dos y 23 en tres; el resto se distribuyeron en varias comunidades.

La riqueza florística de las comunidades vegetales es muy diferente, desde las más pobres como son la vegetación de dunas costeras que varía de 1-10 spp/4m<sup>2</sup> en la zona de pioneras (*Okenia hypogea*, *Jouvea straminea*), de 8-15 spp/25m<sup>2</sup> para el estrato arbustivo de las dunas fijas, donde dominan *Prosopis juliflora*, *Celtis iguanaea* y *Crataeva tapia* (Moreno-Casasola 1993). Los manglares están caracterizados por *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. La selva baja inundable también es una comunidad pobre en especies predominando *Annona glabra*. La vegetación halófila incluye unas cuantas especies como *Thalia geniculata*, *Typha latifolia*, *Pistia striatiotes*, *Nymphaea ampla*, *Neptunia oleracea* y *Polygonum hydropiperoides*.

Siguiendo el gradiente altitudinal hacia la sierra, los lomeríos que forman el pie de monte, están cubiertos por selva baja caducifolia, siendo ésta la comunidad más rica en especies (25-35/100m<sup>2</sup>), caracterizada por *Bursera simaruba*, *Ceiba aesculifolia*, *Lysiloma divaricata*, *Plumeria rubra* y *Spondias purpurea*; la selva mediana subperennifolia que se localiza en las zonas más húmedas en la sierra está dominada por *Brosimum alicastrum*, *Couepia polyandra*, *Ficus glabrata* y *Bursera simaruba* entre otras (con 15-22/100m<sup>2</sup>).

Dos comunidades particulares son en primer lugar el palmar dominado por *Orbignya guacuyule*, especie que se distribuye solamente en el Pacífico y que ha sido muy afectada ya que ha sido sustituida por *Cocos nucifera*. En la zona este palmar presenta un número muy variable de especies de (5-30/100m<sup>2</sup>); comparte muchos elementos con la selva mediana como *Margarita nobilis*, *Bursera simaruba*, *Piper amalago*, *Hamelia xerullensis* y *Randia malaccocarpa*, pero también llega a ser tan densa que impide la presencia de otros elementos arbóreos. En segundo lugar está la sabana que solo se presenta en los planosoles de la península de Punta Mita; está caracterizada por la gramínea *Schyzachirium hirtiflorum* y arbustos dispersos de *Crescentia alata*, *Mirtillocactus geometrizers*, *Byrsonima crassifolia*, *Coccoloba barbadensis* y *Sapium* sp.

En el estudio faunístico se registró un total de 280 especies de vertebrados terrestres, predominando las aves con 210 especies (75%), mamíferos con 59 (21.07%), y reptiles con solamente 11 (3.93%) (Fig. 4). Se identificaron 12 habitats principales, destacándose por su importancia la selva baja caducifolia y selva mediana, en las que se registró la mayor riqueza específica de animales (Fig. 5). Las áreas transformadas por las actividades agropecuarias, también presentaron una gran riqueza específica. En parte esto puede deberse a que estas áreas conforman un paisaje con gran variedad de ambientes. En la zona no se encontró ningún patrón definido en la distribución de las especies. Más bien existe un complejo mosaico de ambientes, cuya heterogeneidad juega un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad local.

Un aspecto importante en el análisis de la fauna es el número de habitats utilizados por cada especie, lo cual indica la especificidad en los requerimientos de habitat y por tanto, su vulnerabilidad a los cambios. Las aves presentan el mayor número de especies restringidas a un solo tipo de habitats, por lo que su alteración puede tener graves consecuencias. En contraste, el mayor número de generalistas se presentó en los mamíferos. Esto se debe a que casi la mitad de las especies son murciélagos, que con pocas excepciones constituyen un grupo que explota una mayor diversidad de ambientes (Hill & Smith 1992). Considerando el total de especies, se encontró que aproximadamente el 60% son especialistas, lo que indica la necesidad de conservar toda la riqueza de habitats de la región.

Se analizó la similitud entre habitats en función de la fauna que habita en ellos, utilizando los mamíferos y el índice de Sorensen. Con excepción de la sabana, en general los índices de similitud son altos, debido a la presencia de gran número de especies generalistas (Cuadro 2). El análisis de la distribución de las aves en tres habitats acuáticos importantes en el área, muestran índices de similitud bajos, lo que indica que cada

ambiente presenta una ornitofauna única, particularmente adaptada a sus condiciones (Cuadro 3).

En la bahía existen dos pequeñas islas llamadas Islas Marietas, importantes desde el punto de vista faunístico ya que son zonas de reproducción de aves costeras. Se observaron 28 especies pertenecientes a 9 familias y 15 géneros. Se registraron en ellas nidos de varias gaviotas del género *Larus*, de la golondrina grande pechiplada (*Progne chalybea*), de la golondrina café norteña (*Stelgidopteryx serripennis*) así como de dos especies de pájaros bobos (*Sula nebouxii* y *Sula leucogaster*). En los bajos fondos que rodean a estas islas Aguayo y col (1983) registraron doce especies de cetáceos, 9 de ellos pertenecientes al suborden de cetáceos con dientes y 3 al de las cetáceas con barbas.

La fauna de la región de estudio incluye 12 especies endémicas de México: dos reptiles (*Ctenosaura pectinata*, *Cnemidophorus lineatissimus*), cinco aves (*Ortalis poliocephala*, *Callipepla douglassi*, *Thryothorus felix*, *Cyanocorax beecheii* y *Caccicus melanicterus*) y cinco mamíferos (*Rhogeessa parvula*, *Spilogale pygmaea*, *Sciurus colliaei*, *Sigmodon mascotensis* y *Sylvilagus cunicularius*) (Fa & Morales 1993, Flores-Villela 1993, Gómez de Silva 1993). Este hecho confiere una importancia especial a la región. De acuerdo con Flores-Villela y Gerez (1988), en la zona de estudio existen al menos 14 especies con algún grado de amenaza para sus poblaciones (Ejemplos: *Lepidochelys olivacea*, *Iguana iguana*, *Dermodochelys coriacea*, *Penelope purpurascens*, *Ara militaris*, *Felis pardalis*, *Panthera onca*).

Según los informantes locales y las observaciones de campo, al menos cuatro especies de reptiles, seis de aves y trece de mamíferos son utilizados por las comunidades humanas locales. El uso más frecuente de la fauna es como fuente de carne, caza deportiva, mascotas o uso medicinal.

Las interacciones planta-animal tienen un importante papel en la dinámica de los ambientes, tanto naturales como los transformados por el hombre. Diversas especies de mamíferos y aves son importantes polinizadores, dispersoras de semillas, así como depredadoras de plantas, insectos y otros vertebrados; por tanto los patrones de distribución, abundancia y dispersión de las plantas, tanto en las comunidades naturales, como en las modificadas por el hombre, se ven influenciadas por las interacciones con la fauna. Por ejemplo algunos murciélagos son los principales polinizadores de plantas que presentan adaptaciones especiales para poder ser polinizadas por ellos (Smith 1992), como es el caso de *Ceiba pentandra*.

## DISCUSION

Los resultados obtenidos acerca del medio físico y biológico y su representación espacial en mapas permitieron su integración en un nivel de paisaje en el cual se analizó su estado actual (composición, distribución, superficie que ocupan, etc.) y se valoraron cuatro factores ecológicos que se describen a continuación. Especialmente los dos primeros han sido ampliamente discutidos por Forman (1986), Turner (1989), Hudson (1991), Noss (1991) y Guevara & Laborde (1993).

### 1. Conectividad.

La zona de trabajo se puede describir como una cuenca formada por los tres conjuntos morfoestructurales ya mencionados. La Sierra de Vallejo, en sus partes más altas ya fuera de la zona de estudio, llega a alcanzar los 500 msnm, con un gradiente climático hacia tipos menos cálidos y con mayor precipitación. Por lo tanto constituye una extensa zona que capta agua y sedimentos, en relativamente buen estado de conservación. En contraposición, el conjunto morfoestructural denominado valle de Banderas ha sido muy alterado por las actividades humanas. Aún existen corredores de

vegetación que lo ligan al primer conjunto permitiendo la migración, dispersión e interacción de flora y fauna en ambos sentidos; al mismo tiempo, los arroyos y ríos funcionan también como un corredor de vinculación entre las partes altas y bajas. Estos desembocan en el manglar y en el Río Ameca, el cual transporta gran cantidad de sedimentos (Fig. 6).

Los cultivos perennes en la zona agrícola -mango, nanche, cítricos, guanábana- forman junto con la vegetación riparia de los ríos y arroyos corredores biológicos que establecen una conectividad entre las áreas inundables del valle y las zonas costeras con los lomeríos y la sierra, permitiendo el movimiento de aves y mamíferos entre los distintos ambientes. Principalmente en las costas rocosas el macizo montañoso llega hasta la costa formando corredores cuya vegetación no ha sido alterada aún.

### 2. Heterogeneidad

Los acontecimientos geológicos, tectónicos y geomorfológicos originaron uno de los mosaicos más singulares de la zona costera del Pacífico mexicano. Ellos son:

- la yuxtaposición de procesos extrusivos (construcciones volcánicas) e intrusivas (batolitos)
- el afallamiento pliocuaternario de todos los depósitos, ocasionando la surección (Península de Punta Mita), el hundimiento (Valle de Banderas) y áreas transicionales de piedemonte escalonado (lomeríos de granito y volcanoclastos).
- la combinación de procesos de denudación-acumulación terrestre (fluvial, aluvial-coluval), fluvio-marina y marina, responsables en particular de la formación de una ancha llanura fluvial dentro de una de las más grandes bahías de México.

Dicha heterogeneidad se expresa especialmente en la zona litoral con una rica gama de formas: playas de bahía, de ensenada, cala y caleta, costa rocosa de plataforma con escarpe bajo y costa rocosa de lomeríos y cerros con acantilados. Esta heterogeneidad

se traduce en una alta biodiversidad florística y de tipos de comunidades (pastizal, palmar, manglar, humedales, matorral costero, selva baja caducifolia, vegetación riparia) y por tanto de habitats para la fauna como son las aves de presa y acuáticas.

La heterogeneidad ambiental de esta zona ha favorecido la existencia de una gran diversidad faunística, tanto de especies con requerimientos de habitat altamente específicos como de especies tolerantes a los cambios relativos en la ecología del paisaje. La diversidad y abundancia de las especies de vertebrados no experimentan cambios sustanciales en su composición, siempre y cuando se mantenga la heterogeneidad ambiental. Lo contrario, ocasiona una pérdida o reemplazamiento de especies.

Esta heterogeneidad se incrementa aún más con la transformación de los habitats por las actividades humanas, principalmente las agrícolas. Estas son diversificadas tanto desde el punto de vista del tipo de cultivos (maíz, tabaco, mangos, nanche) como de su propia estructura (Fig. 6). Hay potreros con pastizales inducidos, cultivos anuales, cultivos perennes arbóreos, que forman una trama unida por cercas vivas, con árboles dejados en pie cuando se taló la selva (Guevara & Laborde 1993), árboles sembrados por estaca debido a su alta capacidad de regeneración o por su producción frutal, terrenos abandonados y actualmente con una cubierta vegetal de especies secundarias, manchones de selva dejados en pie, etc.

Para la construcción de la carretera costera y algunas de las edificaciones se explotaron varias áreas en la planicie fluvio-marina (Fig. 2) para obtener roca y arena. Se hicieron excavaciones, que después de haber sido abandonadas, se llenaron de agua dulce. Hoy en día se han establecido comunidades acuáticas, tanto arbóreas como herbáceas, formando un habitat importante y cualitativamente distinto del estero, para animales como las aves acuáticas (además de otros organismos como algas,

etc.)

Esto ha permitido que exista por un lado flora y fauna exclusiva de un habitat conservado (*Crypturellus cinnamomeus*, *Penelope purpurascens*, *Myarchus nuttingi*, *Dryocopus lineatus*, *Brosimum alicastrum*, *Hippomane mancinella*), de un habitat alterado (*Glaucidium brasilianum*, *Hylocharis leucotis*, *Vireo solitarius*, *Plyborus plancus*, *Bublulcus ibis*, *Pyrocephalus rubinus*, *Acacia cochliacantha*, *Melampodium divaricatum*, *Amaranthus hybridus*), especies de distribución más amplia o sea en varios habitats (*Wilsonia pusilla*, *Oporornis formosus*, *Pitangus sulphuratus*, *Columbina inca*, *Bursera simaruba*).

### 3. Gradientes

Las zonas costeras se caracterizan por gradientes de condiciones ambientales, de la orilla del mar hacia tierra adentro. Así, en la zona de trabajo se pueden identificar dos gradientes. El primero de ellos está dado por las comunidades vegetales que se establecen sobre un suelo arenoso y que están sujetas a la influencia de la salinidad y de los vientos provenientes del mar (pioneras de la playa y matorral de las dunas), sobre suelos sujetos a inundación tanto por agua salina como dulce (manglares, humedales) y finalmente sobre suelos más desarrollados y con mayor cantidad de nutrientes, capaces de sostener los palmares, selvas bajas y selvas medianas. Este gradiente no necesariamente es lineal, pero se establece sobre una estrecha franja de la costa y según las condiciones particulares se da el mosaico de comunidades.

Al mismo tiempo, los ambientes acuáticos presentan un gradiente de salinidad que está fuertemente influenciado por el aporte de los ríos que llegan a la laguna y por la variación de las mareas, entre otros factores. Bajo estas condiciones se establece un grupo limitado de especies -flora y fauna de los manglares- altamente especializados, capaces de tolerar tanto las

condiciones extremas de salinidad e inundación como la variabilidad diaria y estacional de estos parámetros. En el otro extremo están los ambientes más dulceacuicolas, dados por las zonas de escurrimiento que bordean al manglar, por las pozas de agua dulce y por las orillas del río Ameca. Estos gradientes también se dan en una franja de unos cuantos kilómetros tierra adentro y dependen de manera importante de los que ocurre en el resto de la cuenca. Aportan una parte importante de la heterogeneidad de la zona.

#### 4. Impacto de las actividades humanas.

Las diversas actividades que el hombre ha venido realizando en la zona han tenido distintos impactos sobre las comunidades vegetales y animales. Se pueden dividir según su intensidad y el impacto que están teniendo o van a tener en la recuperación de los organismos y su ambiente (Fig. 7).

i. impacto bajo. Son las actividades agrícolas inmersas en una matriz de diversidad de cultivos, cercas vivas y manchones de vegetación secundaria y selvas, recolección de frutos, leña y productos vegetales medicinales. Incluye también actividades pesqueras ribereñas para el consumo familiar

ii. impacto medio. Incluye la cacería para complemento alimenticio familiar y deportiva, obtención de forrajes, agricultura poco tecnificada.

iii. impacto alto. Incluye la construcción de desarrollos urbanos y turísticos (edificaciones, campos de golf, marinas, etc.), minas para la extracción de material, la tala del manglar para ampliar arrozales, ganadería extensiva en la que el deterioro puede alcanzar grandes proporciones en un futuro cercano (en este momento no ha producido daños aparentes pues la cubierta arbórea se ha mantenido intacta, aunque la de herbáceas y sobre todo la de plántulas de los árboles de la selva baja y mediana ha desaparecido casi completamente en algunas extensiones; de prolongarse esta actividad, en algunos años se producirá un grave deterioro de las selvas de la región).

En la zona de trabajo, a nivel de paisaje, las actividades humanas no han llegado a producir un fuerte deterioro excepto en pequeñas superficies claramente demarcadas como son los alrededores del manglar y en las dunas costeras.

#### Estrategias

Como estrategia se planteó utilizar los elementos arriba mencionados dentro de la planificación del uso del suelo de la zona de trabajo y como parte integrante del desarrollo turístico propuesto.

La legislación ecológica del país propone cuatro políticas ambientales (SEDUE 1988): zonas aptas para ser protegidas son aquellas en que se busca preservar los ambientes naturales con características relevantes con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos, así como salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres y acuáticas, principalmente las endémicas, raras, amenazadas, o en peligro de extinción; las zonas de conservación de flora y fauna son aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos cumplen con una función ecológica relevante, pero que no merecen ser catalogadas como patas para ser protegidas; zonas de aprovechamiento son aquellas áreas con usos productivos actuales o potenciales y finalmente la política de restauración se aplica a aquellas zonas que han sufrido un deterioro ambiental intenso y que es necesario restaurar para recuperar las condiciones similares a la original.

Acorde con estas políticas, y en base a los tres factores arriba presentados, se propuso un modelo de utilización en el que se combinara el aprovechamiento turístico de baja densidad hotelera con el mantenimiento de las condiciones ambientales y de la biodiversidad de flora y fauna. Para ello se plantearon los siguientes lineamientos:

a. se detectaron aquellas zonas que desde algún punto de vista ambiental o por la conjunción de varios de éstos tuvieran valor como zonas de protección. Bajo este rubro se consideró que:

i) las selvas bajas y medianas de la sierra, que a altitudes mayores son reemplazadas por encinares tropicales y pinar-encinar, debían constituir una zona importante de protección, debido a que también forman parte de un corredor más extenso de vegetación a lo largo de todas las laderas de la Sierra Madre

ii) las islas, zonas de nidación de aves costeras, y los bajos fondos marinos donde llegan las ballenas

iii) la laguna y cuerpos de agua asociados tanto salobres como de agua dulce, ya que constituyen una importante zona de alimentación y de nidación de aves acuáticas (*Nycticorax violaceus*, *Eudocimus albus*, *Anhinga anhinga*, etc.), las cuales hacen uso de los recursos que se dan sobre este gradiente de salinidad.

Vale la pena en este punto resaltar la importancia de la zona para las aves. Las aves migratorias que provienen del oeste de Canadá y Estados Unidos, encuentran refugio durante su período invernal en Bahía de Banderas, en los diferentes ambientes terrestres, acuáticos y marinos. En las áreas boscosas, el porcentaje de aves migratorias es variable. El 29% de la avifauna presente, por ejemplo en los bosques tropicales deciduos de Nayarit, son migratorias (Hutto 1980). Individuos de algunas especies migratorias, así como muchas especies residentes, también tienen como habitats los ambientes perturbados o de vegetación secundaria de varios tipos. Sin embargo, la riqueza de especies migratorias se aumenta conforme se incrementa la edad de las etapas secundarias. Entre más complejo estructuralmente es un habitat, más especies residentes y migratorias lo usan (Waide en Rappole 1993).

b. bajo la política de conservación se buscó mantener habitats específicos, aún bien conservados, que conjuntamente con el

mosaico de habitats transformados y bajo el impulso de los corredores de vegetación garantizará un uso de los recursos, y al mismo tiempo una conservación de los mismos. La política de conservación permite dar un marco legal a aquellos elementos de gran peso ecológico como son la conectividad y heterogeneidad. Las zonas conservadas permitirían vincular las zonas protegidas entre sí al igual que con otros ambientes como son las dunas, las zonas de cultivo, etc. En esta categoría se incluyó a la vegetación riparia tanto del Río Ameca como del Tontoreque, alimentación principal de la laguna, los acantilados y costas rocosas, la sabana y los restos de palmares.

Se sugirió que las edificaciones y área de actividad del desarrollo turístico se ajustara en sus densidades y tipo de construcción, al modelo de paisaje visualizado: una zona con manchones o parches de vegetación conectados entre sí, con una heterogeneidad de actividades que implicaban desde la protección de comunidades de plantas y animales, la conservación de actividades agrícolas en el valle, el mantenimiento e incremento de la conectividad entre distintos tipos de manchones y la vinculación entre el turismo y la protección de la naturaleza como las aves de la laguna del Quelele.

#### REFERENCIAS

- Aguilar-Ortiz, F. 1981. Una metodología para estudios de avifauna. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Aguayo, L. A., M. A. Salinas, F. Ladrón de Guevara, V. Lora y P. Martínez. 1990. Estudio de la Fauna Marina en las aguas de Bahía de Banderas, 1982-1990. Reporte de investigación.
- Alden, P. 1969. Finding the birds in Western Mexico. A guide to the states of Sonora, Sinaloa and Nayarit. University of Arizona Press.
- Alvarez del Toro, M. 1982. Los Reptiles de Chiapas. Inst. Hist. Ntal. Tuxtla Gtz., Chiapas, México.
- Aranda, J. M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de

- México. INIREB, Xalapa, Ver. México.
- Ceballos, G. & A. Miranda. 1986. Los Mamíferos de Chamela. Inst. de Biol. Univ. Nal. Aut. Mex. México, D.F.
- Contreras, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, México.
- Escalante, B. P. 1988. Aves de Nayarit. Univ. Aut. de Nayarit, México.
- Fa, J.E & L.M. Morales. 1993. Patterns of mammalian diversity. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Biological Diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press. New York: 319-361.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna mexicana. Carnegie Mus. Natural History. Special Publication No. 17: 1-73.
- Flores-Villela, O. & P. Gerez. 1988. Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. INIREB, Xalapa, Ver. México.
- Forman, R.T.T. & M. Godron. 1986. Landscape Ecology. John Wiley & Sons. USA.
- García E. 1988. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, México, D.F., 217p.
- Gómez de Silva, H. 1993. Aves endémicas y endémicas estacionales de México. Reunión Anual sobre el Estudio y Conservación de las Aves de México. CIPAMEX, 46 pp.
- Guevara, S. & J. Laborde. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. Vegetatio 107/108:319-338.
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. Wiley-Interscience, New York.
- Hill, J.E. & J.D. Smith. 1992. Bats: a natural history. University of Texas Press, Austin. 243 pp.
- Hill, M.O. 1979a. DECORANA: a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca.
- Hill, M.O. 1979b. TWINSPLAN: a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca.
- Hudson, W.E. (ed) 1991. Landscape linkages and biodiversity. Island Press, Washington, D.C.
- Hutto, R. L. 1980. Winter habitat distribution of migratory land birds in western Mexico, with special reference to small, foliage cleaning insectivores. En: A. Keast & E. S. Morton, (Eds.). Migrants birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation. Smithsonian Inst. Press. Washington, D.C. 181-203
- Miranda, F. & E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. México 28: 29-179.
- Moreno-Casasola, P. 1993. Dry coastal ecosystems of the Pacific coasts of Mexico and Central America. En: E. van der Maarel (1993). Dry Coastal Ecosystems. Africa, America, Asia and Oceania. Ecosystems of the World 2B. Elsevier. Londres:453-458.
- Noss, R., P. 1991. Landscape connectivity: different functions at different scales. In: Hudson, W.E. (ed). Landscape linkages and biodiversity. Island Press, Washington, D.C.
- Peterson, R. T. 1990. A field guide to Western Birds. Houghton Mifflin Co. Boston.
- Peterson, R.T. & E. L. Chalif. 1973. A field guide to Mexican Birds. Houghton Mifflin Co. Boston.
- Rappole, J. H., E. S. Morton, T. E. Lovejoy III & J. L. Ruos. 1993. Aves Migratorias neárticas en los neotropicos. Smithsonian Institution.
- Robbins, C. S., B. Bruun y H. S. Zim. 1966. Birds of North America. Golden Press, New York.
- SEDUE, 1986. Manual de Ordenamiento Ecológico. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México D.F.
- Turner, M.G. 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. Ann. Rev. Ecol. Syst. 20: 171-197.
- Villaseñor, G. J.F. 1990. Avifauna costera de Michoacán, México: composición, estacionalidad, abundancia relativa y hábitos alimenticios. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Coordinación de Investigación Científica. 75 p.
- Westhoff, V. y E. van der Maarel. 1978. The Braun-Blanquet approach. En: R.H. Whittaker (Ed.) Classification of Plant Communities. The Hague: 287-399.