

Preface

Pacific Coastal Ecosystems of Costa Rica with emphasis on the Golfo Dulce and adjacent areas: a synoptic view based on the R.V. Victor Hensen - expedition 1993/94 and previous studies.

Multidisciplinary research on the marine systems of the Pacific coast of Costa Rica date back to the late seventies, when a programme was established by the Universidad de Costa Rica - Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (UCR- CIMAR) to study the Golfo de Nicoya, Costa Rica's main fishing region, where fishing pressure and coastal zone development (ports, housing complexes, tourism) have increased drastically over the past two decades. Foreign scientists were invited to work jointly with local experts. A milestone for the description and further understanding of the gulf's ecosystem was the oceanographical and biological surveys conducted jointly by scientists from CIMAR and the University of Delaware (USA) on board the RV Skimmer in 1979-1981. This expedition yielded quantitative data on the gulf's biotic structure and oceanographical conditions. Since then, numerous research projects have been conducted and scientific articles have been written on a great variety of topics (including estuarine flow studies, nutrient dynamics, fish diversity and population dynamics, artificial reefs, zooplankton taxonomy and dynamics, crab larval distribution patterns, mangrove ecology, subtidal and intertidal benthos and pollution) making the Gulf of Nicoya one of the best known tropical estuaries.

In contrast, other Pacific coastal areas of Costa Rica remained almost unstudied, including the Coronado Bay and Sierpe-Terraba mangrove estuary, and Golfo Dulce, a deep fjord-like gulf system at the southern end of the Pacific coastline. As these areas are increa-

Prefacio

Ecosistemas costeros del Pacífico de Costa Rica con énfasis en el Golfo Dulce y áreas adyacentes: un enfoque sinóptico basado en la expedición del B.O. Victor Hensen 1993/94 y estudios previos.

La investigación multidisciplinaria sobre los sistemas marinos de la costa Pacífica de Costa Rica dio inicio al final de los años setenta, cuando fue establecido un Programa por la Universidad de Costa Rica - Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (UCR- CIMAR), para estudiar el Golfo de Nicoya, la principal región pesquera de Costa Rica, y donde la presión de la pesca y también el desarrollo costero (puertos, complejos habitacionales, turismo) se han incrementado drásticamente durante las pasadas dos décadas. Investigadores extranjeros fueron invitados para trabajar conjuntamente con expertos locales. Un hito para la descripción y entendimiento del ecosistema del Golfo fue los muestreos oceanográficos y biológicos conducidos conjuntamente por científicos del CIMAR y la Universidad de Delaware (E.U.A.) a bordo del Buque Oceanográfico Skimmer en 1979-1981. Esta expedición produjo datos cuantitativos sobre la estructura biótica así como sobre las condiciones oceanográficas del Golfo. Desde entonces se han ejecutado numerosos proyectos de investigación y escrito artículos científicos sobre una gran variedad de temas (incluyendo flujo estuarino, dinámica de nutrientes, diversidad y dinámica poblacional de peces, arrecifes artificiales, taxonomía y dinámica del zooplancton, patrones de distribución de larvas de cangrejos, ecología de manglares, bentos de la zona de entre y bajo mareas y contaminación) que hacen del Golfo de Nicoya uno de los estuarios tropicales mejor conocidos.

En contraste, otras áreas del Pacífico costero de Costa Rica han permanecido poco estudia-

singly subjected to different development scenarios (fishery, aquaculture, ecotourism, urbanization, port construction), a Research Programme is being conducted jointly by the Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT), Germany, and (CIMAR), Costa Rica, aimed at understanding the functioning of these coastal ecosystems and the processes that link coastal habitats with tidal flats and subtidal nearshore basins. The overall goal of this Programme is to establish a scientific basis for the conservation and sustainable management of the Pacific coastal areas of Costa Rica, with emphasis in the Golfo Dulce region.

As a first step of this Programme, a research cruise with the German RV Victor Hensen was planned and conducted jointly by CIMAR and ZMT, which started and finalized in Puerto Caldera, Gulf of Nicoya on December 2, 1993, and February 19, 1994, respectively. Besides ZMT and CIMAR personnel, scientists from the Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, and from two further German research institutes, the Institute for Geological Sciences (IGS) at Bremen University and the Max Planck Institute for Marine Microbiology (MPI), were also invited to participate.

These joint cruises yielded synoptically sampled data on oceanographical conditions, plankton dynamics, structure of benthic-demersal fish and invertebrate assemblages as well as infaunal communities in the study areas Golfo de Nicoya (GN), Coronado Bay/Sierpe-Terraba (ST) and Golfo Dulce (GD) along a depth gradient from shallow waters (20 m) near the mangrove edge to the adjacent and deeper fishing grounds up to the shelf edge (200 m). Scientists from MPI and CIMAR concentrated their research on the deeper (200 m) sub- and anoxic parts of the Golfo Dulce environment and studied the impact of bottom water anoxia on biochemical processes in water and sediment through chemical and microbiological analysis of water and sediment samples. Scientists from IGS and CIMAR conducted a sampling programme in the Golfo Dulce, and around the Osa Peninsula and Caño Island to reconstruct the late Quaternary paleoclimate by analysing sediment and coral samples using stable oxygen and carbon isotopes. This sampling covered a depth range from about 20 m to 1500 m.

das, incluyendo la Bahía de Coronado, el estuario de Sierpe-Terraba, y el Golfo Dulce, un sistema semejante a un fiordo situado en el extremo sur de la costa Pacífica. Debido a que estas áreas están sujetas a un incremento de diversas condiciones de desarrollo (pesquerías, acuicultura, ecoturismo, urbanización, construcción de puertos) un Programa de Investigación está siendo conducido conjuntamente por el Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT), Alemania, y CIMAR, Costa Rica, orientados a entender el funcionamiento de estos ecosistemas costeros y los procesos que ligan los hábitats costeros con las planicies de marea y áreas profundas cercanas a la costa. El objetivo principal del Programa es establecer la base científica para la conservación y manejo sostenible de las áreas costeras del Pacífico de Costa Rica, con énfasis en la región del Golfo Dulce.

Como primer paso de este Programa se planificó un crucero de investigación conducido conjuntamente por el CIMAR y el ZMT, a bordo del Buque Oceanográfico alemán Victor Hensen. El crucero dio inicio y concluyó en Puerto Caldera, Golfo de Nicoya, el 2 de diciembre de 1993 y el 19 de febrero de 1994, respectivamente. Además del personal del ZMT y del CIMAR, científicos de la Universidad Nacional (UNA), Costa Rica, y de dos institutos alemanes, el Instituto de Ciencias Geológicas (IGS) de la Universidad de Bremen y el Instituto Max Planck de Microbiología Marina (MPI), también fueron invitados a participar.

Estos cruceros conjuntos proporcionaron datos recolectados sinópticamente sobre las condiciones oceanográficas, dinámica de plancton, estructura de los grupos de invertebrados y peces béntico-demersales, así como de las comunidades infaunales en las áreas de estudio en el Golfo de Nicoya (GN), Bahía de Coronado/Sierpe-Terraba (ST) y Golfo Dulce (GD) a lo largo de un gradiente de profundidad desde aguas someras (20 m) cercanas al borde del manglar hasta zonas pesqueras más profundas cercanas al borde de la plataforma continental (200 m). Científicos del MPI y CIMAR concentraron su investigación en las partes profundas (200 m) subanóxicas y anóxicas del Golfo Dulce y estudiaron el impacto de las aguas anóxicas del fondo en los procesos bioquímicos mediante análisis químico y micro-

In the present special issue of the *Revista de Biología Tropical* (RBT) first research findings of the above investigations, but also results of previous studies on the Pacific coastal ecosystems of Costa Rica, are presented in 21 papers.

The first two reports focus on the morphology and sediment structure of Golfo Dulce and the nearby Caño Island, providing the reader with topographic maps and valuable information on the sediment characteristics of these areas. Reports on biochemical and microbiological observations of Golfo Dulce are given in papers 3 and 6 revealing that sulfate reduction is the dominant process at the bottom sediment. Contrary to expectations, hydrogen sulfide was only found in low concentrations near the bottom, suggesting that water exchange is frequent enough to prevent the development of strongly reducing conditions in the bottom water. Temperature, salinity, oxygen and nutrient profiles of Golfo Dulce, presented in paper 20, are similar to those reported 26 years before the Victor Hensen-survey, supporting the above suggestion of occasional intrusions of oceanic waters into the gulf. Paper 5 describes the high nutrient concentrations of the Gulf of Nicoya, revealing the very different nature of this shallow, tidally - driven estuarine system when compared to the deep fjordlike Golfo Dulce. Paper 4 shows that Corcovado National Park (bordering Golfo Dulce) not only has important terrestrial ecosystems but also (as yet unappreciated) highly diverse coastal-marine environments, including sandy beaches, rocky shores and coral reefs, which represent key refuge areas for species of commercial value that have been almost depleted from most of the Pacific coast. The other contributions present descriptions of the benthic fauna in all three study areas (polychaete worms: papers 8,9; molluscs: papers 7,21; crustaceans: papers 10,11,12,13; fish: papers 17,18) and pelagic organisms (zooplankton biomass spectra, chaetognath distribution and biomass, and ichthyoplankton in papers 14, 15 and 16, respectively). The lists of species presented in most of the papers are significant contributions to the knowledge of the marine biodiversity of Costa Rica. Some of these papers present new species records for the Central American region, and give statistical multivariate analyses

biológico de muestras de agua y sedimento. Científicos del IGS y del CIMAR condujeron un programa de muestreo en el Golfo Dulce, y alrededor de la Península de Osa e Isla del Caño para reconstruir el paleoclima del período Cuaternario Tardío mediante el análisis de isótopos estables de oxígeno y carbono en muestras de sedimentos y corales. Este muestreo cubrió un ámbito de profundidad de los 20 m a 1500 m.

En el presente volumen especial de la *Revista de Biología Tropical* (RBT) se incluye 21 trabajos sobre los primeros resultados de estas investigaciones, además de estudios previos sobre los ecosistemas de la costa Pacífica de Costa Rica. Las primeras dos publicaciones enfocan sobre la morfología y estructura de los sedimentos del Golfo Dulce y de la Isla del Caño, proporcionado al lector mapas topográficos de información valiosa sobre las características sedimentológicas de estas áreas. Las publicaciones 3 y 4 enfocan las observaciones bioquímicas y microbiológicas en el Golfo Dulce y revelan que la reducción del sulfato es el proceso dominante en los sedimentos del fondo. Contrariamente a lo esperado, el sulfuro de hidrógeno fue encontrado solamente en bajas concentraciones cerca del fondo, sugiriendo que el intercambio de agua es lo suficientemente frecuente para prevenir el desarrollo de condiciones reductoras fuertes en el agua del fondo. El trabajo 20 incluye perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes en el Golfo Dulce, los cuales son similares a los encontrados 26 años antes de la expedición del Victor Hensen; y éstas confirman la sugerencia indicada arriba de llegadas ocasionales de aguas oceánicas hacia adentro del Golfo. La publicación 5 describe las altas concentraciones de nutrientes en el Golfo de Nicoya, revelando la naturaleza diferente de este estuario de poca profundidad controlado por las mareas, en comparación con el Golfo Dulce que se asemeja a un fiordo. La publicación 6 muestra que el Parque Nacional Corcovado no solamente tiene importantes ecosistemas terrestres sino también ambientes marino-costeros muy diversos que incluyen playas arenosas, playas rocosas y arrecifes, los cuales representan refugios para especies de valor comercial que han sido casi erradicadas de otras áreas costeras. Las otras contribuciones presentan descripciones

of the community structures of the different habitats sampled during the cruise. Paper 19 represents an effort to synthesize the available information through the construction of the first trophic model of Golfo Dulce, thus presenting a holistic description of the structure and function of this unique tropical gulf system.



Prof. José A. Vargas, Ph.D.
(Coordinador científico, CIMAR)
(Scientific coordinator CIMAR)

nes de la fauna béntica en las tres áreas estudiadas (anélidos poliquetos: trabajos 8,9; moluscos: trabajos 7,21; crustáceos: trabajos 10,11,12,13; peces: trabajos 17,18) y organismos pelágicos (espectro de biomasa del zooplancton, distribución y biomasa de quetognatos e ictioplancton, en las publicaciones 14, 15 y 16, respectivamente). Las listas de especies, incluidas en la mayoría de los trabajos, son contribuciones significativas para el conocimiento de la biodiversidad marina de Costa Rica. Algunos de estos trabajos presentan nuevos hallazgos de especies para América Central, y proveen análisis estadísticos multivariantes de las estructuras de las comunidades en los diferentes hábitats muestreados durante el crucero. El trabajo 19 representa un esfuerzo para sintetizar la información disponible sobre el Golfo Dulce a través de la construcción del primer modelo trófico, presentando una descripción holística de la estructura de este sistema tropical único.



Prof. Matthias Wolff, Ph.D.
(Scientific coordinator, ZMT)
(Coordinador científico, ZMT)

Editors for this
Supplement of Revista de Biología Tropical

Editores para este
Suplemento de la Revista de Biología Tropical

Scientific Editors/Editores científicos: José A. Vargas -
Matthias Wolff.
Editor: Julián Monge
Editoras de pruebas/Proof Editors: Karina Rodríguez
& Adriana Herrera

La elaboración de este suplemento estuvo a cargo de la Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. Su edición consta de 1100 ejemplares. Se finalizó en el mes de noviembre de 1996.
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica, A. C.