El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco

Sector Occidental

Carlos G. Rivera
Tomasa C. Cuéllar

El Salvador, 2010

EL ECOSISTEMA DE MANGLAR DE LA BAHÍA DE JIQUILISCO

SECTOR OCCIDENTAL

SAN SALVADOR, EL SALVADOR

2010

Universidad de El Salvador
Hacia la libertad por la cultura

Asociación Mangle

fiaes
FONDO DE LA INICIATIVA PARA LAS AMÉRICAS

Obra desarrollada en el marco del Proyecto

Protección de los recursos naturales, fortalecimiento de las capacidades locales y evaluación del estado de los componentes hidrobiológicos y físico-químicos del complejo manglar-estuario del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, Usulután.

Instituciones participantes del Proyecto

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES) de la Universidad de El Salvador (UES).

Asociación Local Mangle para la mitigación de desastres y el desarrollo del Bajo Lempa y de la Bahía de Jiquilisco (Asociación Mangle).

Financiamiento

Fondo de la Iniciativa para las Américas, El Salvador (FIAES)

Créditos

La diagramación de la portada y contraportada corresponde a Karen Estrada.

Salvo excepciones aclaradas expresamente, las fotografías son propiedad de los (as) autores (as) de la introducción o de los capítulos.

577.698 R621e sv

Rivera, Carlos Giovanni, 1978-

El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco: Sector Occidental / Carlos Giovanni Rivera, Tomasa del Carmen Cuéllar Martínez. -- 1a ed. -- San Salvador, El Salv.: [s.n.], 2010.

231 p.: il. fot. col. ; 28 cm.

ISBN 978-99923-73-63-7

1. Bahía de Jiquilisco, Usulután, El Salvador. 2. Manglares- El Salvador. 3 Ecología marina-El Salvador. I. Cuéllar Martínez, Tomasa del Carmen, 1984-, coaut. II.

Derechos reservados ®.
Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra para fines comerciales. Se autoriza, citando la fuente, el uso de los contenidos para fines académicos o para la gestión de recursos naturales/medio ambiente.

DIRECTORIO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR
Máster Rufino Antonio Quezada Sánchez

VICERRECTOR ACADÉMICO
Máster Miguel Ángel Pérez Ramos

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO
Máster Óscar Noé Navarrete

PRESIDENTE DE LA ASAMBLEA GENERAL UNIVERSITARIA
Doctor Luis Gilberto Parada Gómez

FISCAL GENERAL
Doctor René Madecadel Perla Jiménez

DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS
Licenciado Nelson Boanerges López Carrillo

SECRETARIO GENERAL
Licenciado Douglas Vladimir Alfaro Chávez

SECRETARIA DE RELACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES
Licenciada Ada Ruth González de Nieto

AUTORIDADES ASOCIACIÓN MANGLE

PRESIDENTE
Sr. José Antonio Amaya Argueta

SECRETARIO
Sr. José Amílcar Cruz

TESORERA
Licenciada Estela Hernández

VOCAL
Sra. María Elena Vigil

VOCAL
Sra. Dolores Esperanza Maravilla

DIRECTORA EJECUTIVA
Licenciada Estela Hernández

COORDINADOR PROYECTO FIAES DES-0154
Ingeniero Carlos Roberto Barahona Rivera

AUTORIDADES FIAES

CONSEJO ADMINISTRATIVO FIAES

GERENTE GENERAL
Ingeniero Jorge Alberto Oviedo

OFICIAL DE PROYECTO
Ingeniero Jorge Enrique Trejo Canelo

OFICIAL DE PROYECTO
Ingeniera Silvia Margarita Flores Flores

Al Altísimo y Todopoderoso

Cielo y Tierra pasarán,

más su Palabra no pasará

En cumplimiento de los fines de la Universidad de El Salvador, relativos al desarrollo de investigación científica de carácter universal, principalmente sobre la realidad salvadoreña y a la promoción de la sustentabilidad y la protección de los recursos naturales y el medio ambiente, con honor presento a las instituciones estatales competentes, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales y al colectivo universitario, el libro **El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco. Sector Occidental**, desarrollado con el propósito fundamental de evaluar el estado de los componentes prioritarios del complejo manglar-estuario, de esa sección del Sitio Ramsar y Reserva de la Biosfera Bahía de Jiquilisco.

La obra surge en el marco del Proyecto Protección de los recursos naturales, fortalecimiento de las capacidades locales y evaluación del estado de los componentes hidrobiológicos y físico-químicos del complejo manglar-estuario del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, Usulután. Iniciativa co-ejecutada entre esta Universidad y la Asociación Local Mangle para la Mitigación de Desastres y el Desarrollo del Bajo Lempa y La Bahía de Jiquilisco, con el auspicio financiero del Fondo de Iniciativa para las Américas (FIAES).

La contribución responde a los esfuerzos editoriales de los investigadores Carlos Giovanni Rivera y Tomasa del Carmen Cuellar del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES) de esta Universidad, a quienes se extiende la felicitación respectiva por alcanzar tan importante objetivo. Especialmente destacable es el alto nivel de los capítulos, que abordan desde una perspectiva científica los diferentes componentes, aclarando en los apartados “recuadro”, los conceptos más relevantes para el público en general. Asimismo, Cabe resaltar la eficaz convocatoria de los editores en la conformación de un Panel Científico de Evaluación del libro, compuesto por destacados especialistas de Argentina, Brasil, México, El Salvador y España, quienes con su desinteresada participación, respaldan la alta calidad de esta obra.

Indudablemente, el libro **El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco. Sector Occidental,** por tratarse de una obra arbitrada de características únicas en El Salvador, constituirá una pieza fundamental para el desarrollo de las Ciencias del Mar a nivel nacional. Seguramente, será de gran utilidad para muchos estudios futuros.

RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

RECTOR

La protección y recuperación de los manglares y su ecosistema, forman parte de las acciones estratégicas que Asociación Mangle desarrolla en la Bahía de Jiquilisco, como parte de su Programa de Medio Ambiente, este ecosistema, compuesto en su mayoría por especies vegetales arbóreas de tierra salada, moluscos, crustáceos, peces y microorganismos acuáticos y terrestres, constituyen la mayor y diversa riqueza natural de la región.

En este contexto es que desde el año 2007, bajo un convenio de cooperación con el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES) y con financiamiento del Fondo de la Iniciativa para Las Américas El Salvador (FIAES), Se inició la investigación de las condiciones en las que se encuentran los recursos naturales en el sector conocido como Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, con una extensión de 5,000 hectáreas. Lo que se denomina en términos generales como Análisis de Sitio.

Como una segunda fase, en el año 2009/2010, se procedió a monitorear el comportamiento de las especies vegetales y animales encontradas en la primera fase, cuya importancia estriba en conocer como evolucionan estas especies tanto en calidad como en cantidad.

Esta evolución tiene como un parámetro de mucha importancia que consiste en una resolución de veda a partir del año 2008 emitida por el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), prohibiendo la extracción de los recursos en el canal "El Izcanal (El mas importante de este sector), y restringiendo su extracción en los ramales secundarios.

El objetivo fundamental de este esfuerzo, es como se dice anteriormente, conocer de forma participativa la situación de este ecosistema para hacer uso racional de sus recursos a fin de que sea sostenible, procurando su existencia para las actuales y futuras generaciones.

Dentro de esta área objeto del estudio, se encuentran ocho comunidades, las cuales de acuerdo a un estudio socioeconómico realizado en el año 2007/2008, se sabe que existe una población promedio de 1,000 personas, quienes en su mayoría hacen uso de estos recursos para su subsistencia, extrayendo de el: madera, leña, punches, cangrejo azul, camarones, peces, jaibas, huevos de tortuga, aves, garrobos, iguanas, etc.

Como se ve, la zona es rica en biodiversidad, y su extracción, aunque normada bajo una resolución de veda y bajo la incipiente puesta en marcha de un Plan Local de Extracción Sostenible (PLES), es bastante severa, por lo que requiere de un manejo controlado, aplicando los resultados que aquí se presentan.

JOSÉ ANTONIO AMAYA ARGUETA

PRESIDENTE ASOCIACIÓN MANGLE

Gracias al trabajo de un grupo de científicos nacionales que han dedicado su tiempo y experiencia a descifrar diversos aspectos relacionados con el funcionamiento del fascinante ecosistema de manglar, en el sector occidental de la bahía de Jiquilisco, es posible contar con este libro, que sin duda alguna servirá para abordar desde una perspectiva integral el manejo de los recursos costero marinos en esa porción del territorio nacional.

Considero que este compendio de investigaciones resulta de mucha utilidad para futuras acciones o planes de manejo en la región de la bahía de Jiquilisco, la cual cuenta con la declaratoria de Reserva de la Biosfera y sitio Ramsar, donde es posible apreciar una fusión de vegetación, biodiversidad y asentamientos poblacionales, cuya subsistencia depende en gran medida de los recursos que la naturaleza brinda. No dudo que esta obra será de mucho beneficio para la comunidad académica-científica, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales.

Por ello deseo elogiar el esfuerzo de los editores científicos Carlos Giovanni Rivera y Tomasa del Carmen Cuéllar, investigadores del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES) de la Universidad de El Salvador (UES), así como a la Asociación Local Mangle para la Mitigación de Desastres y el Desarrollo en el Bajo Lempa-Bahía de Jiquilisco, quienes tomaron el desafío de producir un libro de carácter científico, el cual forma parte de los resultados más destacables de un proyecto de protección y conservación implementado en la zona, con el financiamiento del Fondo de la Iniciativa para las Américas (FIAES). Es importante también reconocer el valioso aporte del selecto grupo de científicos nacionales e internacionales, que fueron convocados a formar parte del panel de revisión, para brindar un documento del más alto nivel.

Esta obra demuestra que para el FIAES la investigación científica es un aspecto estratégico que se ha venido potenciando, principalmente en el tema de recursos naturales, con la finalidad de orientar el accionar de organizaciones no gubernamentales y asociaciones comunitarias en la conservación y restauración de los ecosistemas y de sus recursos biológicos asociados, garantizando con ello la provisión de los bienes y servicios que éstos brindan a la sociedad.

JORGE ALBERTO OVIEDO MACHUCA

GERENTE GENERAL FIAES

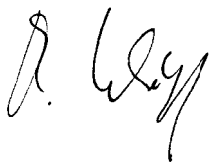
PRÓLOGO

A inicios de los años noventa, en el siglo pasado, pasé unos fascinantes días en la región de la Bahía de Jiquilisco enseñando a un grupo de científicos jóvenes en un curso estadístico sobre estrategias de muestreo. Siempre recordaré estos días de muchísimo calor y trabajo en un ambiente muy familiar y agradable. La zona me impresionó por sus tremendas extensiones de bosques de manglar y su gran diversidad biológica. En aquel tiempo se me despertó el interés para estudiar el ecosistema de manglar en el continente Latinoamericano y en los años posteriores dediqué gran parte de mi trabajo científico a esta tarea.

Hoy, casi dos décadas después de estas experiencias, tengo en mis manos la presente obra y me alegró mucho ver este gran logro. Este libro evidencia una fructífera colaboración entre los editores Carlos Giovanni Rivera y Tomasa del Carmen Cuellar del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES), otros científicos especialistas de la región y los usuarios de la zona Occidental de la Bahía de Jiquilisco, que en gran parte dependen de los diversos recursos de este ecosistema de manglar.

El libro es una rica fuente de información actualizada sobre la Bahía de Jiquilisco y es una base fundamental para futuros estudios participativos orientados a conocer aún más del funcionamiento de este ecosistema para hacer uso racional de sus recursos, procurando su existencia para las actuales y futuras generaciones de esta región.

Quiero felicitar a todos los contribuyentes de esta obra por este producto de gran relevancia para las Ciencias Marinas de El Salvador y la región.



MATTHIAS WOLFF
CENTER FÜR TROPICAL MARINE ECOLOGY (ZMT)
UNIVERSITÄT BREMEN

PREFACIO

Esta contribución presenta el resultado del arduo trabajo de un grupo de jóvenes y entusiastas científicos, que con el afán de crear un libro de naturaleza singular, se propusieron conocer integralmente, el fascinante ecosistema de manglar. Por primera vez en El Salvador, se aborda exhaustivamente ese ecosistema a través de la compilación de diversos estudios realizados en un mismo espacio geográfico y a similares escalas temporales.

El libro consta de una introducción y nueve capítulos rigurosamente evaluados por al menos un revisor independiente, de un panel científico que contó con prominentes especialistas de Argentina, Brasil, España, México y El Salvador. Los capítulos se redactaron en formato de artículo científico y contienen un apartado final llamado recuadro, en el que se presentan los aspectos generales y resultados, redactados de forma vernacular para que sea comprendido por el público en general.

El primer capítulo aborda la productividad del bosque de manglar. Los capítulos 2, 3 y 4 versan sobre las comunidades biológicas de la columna de agua y de los sedimentos (fitoplancton, zooplancton y macrobentos). Los capítulos 5, 6 y 7 discuten tópicos biológicos relevantes de *Ucides occidentalis* ("punches") (morfometria, abundancia distribución, biología reproductiva y ecología alimentaria). La caracterización físico–química y meteorológica del ecosistema son abordados en el capítulo 8. Finalmente, el capítulo 9 incluye la evaluación de la capacidad de carga turística.

Esperamos que este libro cumpla con las más altas expectativas de aquellos que lo consulten. Asimismo, instamos a los (as) lectores (as) a que tengan la gentileza de comunicar a los autores los errores o discordancias que encuentren, con el fin de mejorar la calidad de la información en esfuerzos futuros.

Creemos que la información aquí contenida será de utilidad para entes gubernamentales competentes, ONG's y grupos locales organizados que juegan un papel en la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales costero marinos. Además, pretendemos que sea de gran provecho para estudiantes de cualquier nivel académico e investigadores (as) interesados (as) en profundizar sus conocimientos de ecología marina.

Al mismo tiempo, hemos procurado con este esfuerzo promover el interés por el desarrollo de nuevos estudios que contribuyan al conocimiento y comprensión de nuestros complejos y frágiles ecosistemas costero-marinos.

Es importante destacar que la calidad de la información contenida en cada capítulo es el resultado del arduo trabajo del (los) autor (es) y de la desinteresada e invaluable contribución de destacados (as) especialistas nacionales y extranjeros (as), a quienes se debe todo el éxito del libro. Bajo ese esquema, aclaramos que asumimos completa responsabilidad de todos los desaciertos aquí contenidos.

Carlos Giovanni Rivera & Tomasa del Carmen Cuéllar

PANEL CIENTÍFICO

ARGENTINA

Andrés Boltovskoy
Departamento de Ficología
Museo de La Plata

BRASIL

Maria Lucia Negreiros Fransozo
Departamento de Zoologia
Instituto de Biociências
Universidade Estadual Paulista
Sao Paulo-Brasil

MÉXICO

Elva Escobar Briones
Laboratorio de Biodiversidad y Macroecología.
Unidad Académica: Sistemas Oceánicos y Costeros
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México
México DF

Jorge López Portillo
Red de Ecología Funcional
Instituto de Ecología, A.C.
Verácruz- México

Rosalba Alonso Rodríguez
Laboratorio de Biotoxinas Marinas
Unidad Académica: Mazatlan
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México
Baja California-México

EL SALVADOR

José Enrique Barraza Sandoval
Gerencia de Vida Silvestre
Dirección General de Patrimonio Natural
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
San Salvador-El Salvador.

Oscar Armando Molina Lara
Programa Consolidación y Administración de Áreas Naturales Protegidas – PACAP
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Usulután-El Salvador.

EL SALVADOR (Continuación)

Carlos Alberto Elías
Rodolfo Fernando Menjívar
Departamento de Botánica
Escuela de Biología
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
Universidad de El Salvador

Ana Delfina Herrera
Carlos Antonio Granados
Miriam Elizabeth Cortez de Galán
Departamento de Zoología
Escuela de Biología
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
Universidad de El Salvador

Velia Sosa
Departamento de Química Ambiental
Escuela de Química
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
Universidad de El Salvador

Marta Noemí Martínez
Vicedecanato
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
Universidad de El Salvador

Efraín Rodríguez Urrutia
Unidad de Posgrado
Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador

Gabriela Solano Ávila
School of Science, Society and Management
Bath Spa University
United Kingdom

ESPAÑA

Guillermo San Martín Peral
Laboratorio de Biología Marina
Departamento de Biología-Unidad Zoología
Universidad Autónoma de Madrid
Canto Blanco, Madrid-España

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN

El Ambiente Marino y El Ecosistema de Manglar.....1

Tomasa del Carmen Cuéllar & Carlos Giovanni Rivera

Biodiversidad de Bahía de Jiquilisco.....13

José Enrique Barraza Sandoval

El Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco.....33

Carlos Giovanni Rivera & Tomasa del Carmen Cuéllar

Capítulo 1. Productividad a través del seguimiento de caída de hojarasca en el Bosque de Manglar.....43

Sofía Grimaldi, Tomasa del Carmen Cuéllar & Carlos Giovanni Rivera

Capítulo 2. Composición y Abundancia de la Comunidad Fitoplanctónica...59

Tomasa del Carmen Cuéllar & Carlos Giovanni Rivera

Capítulo 3. Composición y Abundancia del Zooplancton.....83

Tomasa del Carmen Cuéllar

Capítulo 4. Caracterización de la Comunidad Macrobentónica.....101

Carlos Giovanni Rivera

Capítulo 5. Morfometría, Abundancia y Distribución de *Ucides occidentalis* ("punches").....137

Carlos Giovanni Rivera

Capítulo 6. Biología Reproductiva de *Ucides occidentalis* ("punches")...157

Carlos Giovanni Rivera

Capítulo 7. Ecología Alimentaria de *Ucides occidentalis* ("punches").....185

Carlos Giovanni Rivera & Damián Antonio Córdova Ortíz

Capítulo 8. Caracterización Físico-química y Meteorológica.....199

Tomasa del Carmen Cuéllar, Carlos Giovanni Rivera & Néstor Orellana Velado

Capítulo 9. Capacidad de Carga Turística.....219

Tomasa del Carmen Cuéllar & Carlos Giovanni Rivera

EL AMBIENTE MARINO Y EL ECOSISTEMA DE MANGLAR

TOMASA DEL CARMEN CUÉLLAR & CARLOS GIOVANNI RIVERA

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES).
Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
t.cuéllarmartínez@yahoo.es & riveracg@yahoo.com

I. EL AMBIENTE MARINO

1.1 El agua

El agua de mar es una solución compleja de considerable significancia biológica para la vida, especialmente por la concentración iónica, presión osmótica y densidad. Los diferentes compuestos del agua de mar pueden agruparse en cuatro fases de acuerdo a su naturaleza (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Componentes del agua de mar según sus fases.

Sólida	Gaseosa	Coloidal	Solutos disueltos
• Material inferior a 0.45 µm • Material orgánico e inorgánico particulado	• Nitrógeno • Argón • Xenón • Oxígeno • Bióxido de carbono	• Material inferior a 0.45 µm. • No disueltos	• Orgánicos • Inorgánicos

Fuente: Knox (2001)

En promedio, el agua de mar está compuesta en un 96.52% de agua y en 3.49% de sustancias disueltas, principalmente sales que pueden agruparse en: componentes mayores, que son aquellos que relativamente mantienen sus concentraciones, y los menores que presentan marcadas variaciones en su concentración. El 99.9% de las

sales disueltas son componentes mayores (sodio, magnesio, calcio, potasio, estroncio, cloruro, sulfato, carbonato, bicarbonato, bromuros y ácido bórico) y entre los componentes menores más importantes se encuentran los fosfatos, nitratos y silicatos.

En el océano abierto la salinidad se encuentra entre 32.00 a 37.00 ups (unidades prácticas de salinidad), las diferencias de salinidad ocurren por efectos locales de evaporación, lluvia o el flujo de agua de ríos. Las regiones donde se mezcla el agua fluvial con el agua de mar se denominan estuarios, en ellos, las salinidades presentan marcadas variaciones dependiendo del estado de la marea, la cantidad de agua de los ríos y el balance entre lluvia y evaporación.

Las variaciones de salinidad constituyen un efecto electroquímico importante para los organismos marinos, especialmente aquellos que habitan en estuarios y costas rocosas, a quienes ocasionan estrés osmótico y gran esfuerzo de regulación a nivel celular (Knox, 2001).

1.2 Las mareas

Los ciclos mareales son causados por el efecto gravitatorio del Sol y la Luna sobre la Tierra, las variaciones en altura y tiempo resultan de las diferentes configuraciones espaciales posibles entre ellos.

La causa de que el agua de mar sea desplazada en mareas altas y bajas en el día, se debe a que la Luna y la Tierra rotan en un mismo eje produciendo una fuerza centrífuga que junto con la aceleración gravitacional ocasionan movimiento de masas de agua en dos puntos opuestos (frente a la Luna y al lado contrario). El Sol modifica el movimiento de las masas de agua dependiendo de su alineación gravitacional con la Luna y la Tierra.

En general, el ciclo puede ser de tres tipos: mareas diurnas que comprenden una marea alta y una baja por día, mareas semidiurnas ocurren dos mareas altas similares en altura y mareas semidiurnas mezcladas en la que una de las

mareas altas es mayor en relación a la otra (Castro-Huber, 2003).

1.3 Las olas

Las olas son generadas por el efecto del viento sobre la superficie del agua, la fricción entre el aire y el agua provoca una resistencia viscosa que se extiende como una membrana elástica. Esta distorsión causada por el viento y su restauración por la tensión superficial genera ondulaciones que constituyen olas, que transfieren energía de los vientos hacia el mar en la zona costera. El oleaje es uno de los factores más importantes que modifican la distribución de los organismos y la composición de las especies y comunidades en los litorales. En fondos suaves, el oleaje modela el perfil costero determinando el tipo y distribución de los sedimentos; mientras que en las costas de fondos duros es el principal agente erosivo.

1.4 Topografía

El efecto de la topografía en la distribución intermareal de los organismos es muy compleja debido a la enorme variedad de costas, entre las que se puede mencionar, playas arenosas-arcillosas, playas arenosas, de cantos rodados, con plataformas rocosas y acantilados, entre otras. Dependiendo del tipo de costa difiere la distribución de los organismos, por ejemplo, al bajar la marea, en plataformas onduladas, levemente inclinadas se retiene más agua y se evapora lentamente, a diferencia de las costas rocosas escarpadas y lisas que drenan rápidamente. En las costas donde se da la formación de pozas de marea, los patrones de distribución de las especies cambian considerablemente debido a los efectos de la desecación

1.5 La costa

En general, la costa se puede definir como el territorio situado en la unión de la masa continental y el océano, donde son observables los efectos de esa combinación tierra-mar. La complejidad de la costa es inmensa, independientemente de su amplitud geográfica, se presenta la más diversa gama de hábitat y es asombrosamente rica en número de especies y en la densidad de los individuos de cada especie. Las

comunidades de organismos están determinadas por tres factores: a) La cantidad e intensidad de las olas, b) el tipo de sustrato (rocosos, arenosos, lodosos o sus combinaciones) y c) la amplitud de las mareas.

Las plantas y animales costeros no están distribuidos al azar sino que ocupan microhábitats usualmente restringidos a zonas determinadas. Desde el punto de vista biológico, se pueden distinguir dos categorías costeras: rocosas o de fondos duros y de fondos blandos o suaves.

1.5.1 Costas de fondos duros o rocosas

El ambiente de un organismo comprende muchos factores que varían constantemente e interactúan para determinar el espacio ocupado por una especie en particular. Entre los factores que afectan la distribución de los organismos en las costas de fondos duros se encuentran:

- La acción de las olas modifica la concentración de los organismos, pudiendo expandir el rango vertical de cada especie, incrementar la biomasa de organismos filtradores en las costas expuestas al oleaje, suprimir la aparición de algunas especies por intolerancia a la acción de las olas o la aparición de pocas especies tolerantes.
- La naturaleza del sustrato puede influenciar el tipo de organismos vegetales y animales presentes, ya que dependiendo de la textura, se facilita o inhibe la fijación de algunas especies.
- El flujo y reflujo de la marea tiene un efecto en la cantidad y calidad de luz y los organismos presentan un patrón de zonación, de acuerdo a las adaptaciones que poseen en relación a la exposición a la luz solar.

1.5.2 Costa de fondos suaves o blandos

Las costas de fondos suaves (**Figura 1**) se han originado por el depósito de partículas provenientes de otras áreas, que son llevadas por las corrientes de agua. Los depósitos pueden provenir de la erosión costera o de las zonas altas de las cuencas hidrográficas, como es el

caso de las arcillas y limos que son transportadas por los ríos hacia el mar. El tamaño de las partículas que componen los sedimentos es uno de los parámetros más importantes en la distribución, abundancia y diversidad de la vida costera.

Figura 1 Ejemplo de fondos suaves: Ecosistema de manglar.

II. EL ECOSISTEMA DE MANGLAR

2.1 Definición

El término manglar se refiere a un complejo de comunidades de plantas situadas en las costas tropicales y subtropicales alrededor del mundo. Más que un parentesco genético, los mangles tienen en común adaptaciones que han desarrollado al medio que habitan, por lo tanto un manglar no es una entidad de carácter genético sino una entidad de carácter ecológico (Mainardi, 1996).

Las especies de manglares sobreviven en condiciones de salinidad variable, impacto de las mareas, fuertes vientos, altas temperaturas, en suelos fangosos y anaerobios. Para ello, han desarrollado adaptaciones biológicas y ecológicas (Kathiresan & Bingham, 2001) (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Adaptaciones de la vegetación de manglar.

Hojas	Raíces	Sales	Reproducción
•Xeromórficas con epidermis de paredes gruesas	•Aerénquima y lenticelas •Raíces especializadas (fúlcreas, neumatóforos)	•Exclusión •Excreción •Acumulación y compartimentación.	•Frutos vivíparos y criptoviviparos •Dispersión acuática de los frutos.

Fuente: Alongi (2009)

2.2 Estructura

El ecosistema de manglar se caracteriza principalmente por su geofísica, geomorfología y biología de las especies que lo componen. Entre esos factores, conviene mencionar: cambios en el nivel del mar, clima, factores mareales, procesos riberinos, microtopografía local y el crecimiento y regeneración de las plantas. Otros factores como el drenaje, elevación de la superficie terrestre, propiedades del sustrato, aportes de nutrientes y salinidad, se combinan para producir gradientes espaciales.

Típicamente, pueden atribuirse dos zonas a la vegetación de manglar: una externa y otra interna. La primera, se compone de áreas expuestas directamente al agua estuarina, mientras que la segunda, corresponde a la vegetación de canales y márgenes de ríos asociados (Jiménez, 1994).

2.3 Composición y distribución

El ámbito de distribución latitudinal de los manglares muestra una estrecha relación con la temperatura del agua, coincidiendo sus límites con la isoterma invernal de los 20 °C en ambos hemisferios.

Las excepciones latitudinales (costa este de Suramérica, Australia y Nueva Zelandia) podrían ser el resultado de la presencia de corrientes cálidas de pequeña escala o bien, ser relictos de las distribuciones cercanas a los polos del pasado.

El ámbito latitudinal de los manglares es influenciado también por la temperatura atmosférica. Soportan temperaturas cercanas a 20 °C, pero son poco tolerantes a temperaturas más frías. Por ejemplo, se ha documentado que se inhibe el crecimiento de muchas especies a temperaturas cercanas a 5 °C (Mainardi, 1996).

Aunque la distribución de manglares se limita globalmente por la temperatura, las variaciones en la precipitación, mareas, olas y el flujo de los ríos determinan grandemente su extensión y biomasa a escala local y regional (Alongi, 2009).

En el sureste asiático se encuentran casi cien especies de mangles,

mientras que en Latinoamérica y el Caribe existen únicamente 11.

Los géneros *Rhizophora* (Rhizophoraceae) y *Avicennia* (Avicenniaceae) presentan cuatro (4) especies respectivamente. Los géneros *Laguncularia*, *Conocarpus* (Combretaceae) y *Pelliciera* (Pelliceriaceae) poseen una sola especie cada una (Lacerda *et al.* 1993).

También, existen plantas que ocurren asociadas a los bosques de manglar de Latinoamérica y el Caribe, entre estas se encuentra el helecho *Acrostichum aureum* y la Malvaceae *Hibiscus tiliaceus* que son los más extendidos, encontrándose en muchos de los manglares del mundo (Lacerda, 2001).

2.4 Cobertura

Los manglares de Latinoamérica y el Caribe contienen aproximadamente el 28.6% de la cobertura mundial de manglar (**Cuadro 3**). En esta zona, los bosques de manglar se encuentran en todos los países que tienen acceso al mar, excepto Chile, Argentina y Uruguay.

Las estimaciones de la cobertura de manglar en Latinoamérica, concluyen que el 30% se distribuye a lo largo de la costa Pacífica. La mayor extensión de bosques de manglar ocurre en Brasil, México, Cuba y Colombia (Lacerda *et al.* 1993).

Cuadro 3. Cobertura del bosque de manglar de las costas pacífica y atlántica de Latinoamérica y en las Islas del Caribe.

Zona costera	Área de manglar (x 10^6 ha)	%
Costa atlántica	2.52	**55.6**
Costa pacífica	1.21	**26.6**
Islas caribeñas	0.81	**17.2**
Total en América	**4.54**	**100**

Fuente: Lacerda (2001)

En El Salvador, los datos disponibles de cobertura de manglar son escasos, fragmentados y pueden diferir de acuerdo con la fuente que se trate, porque provienen de diferentes metodologías. Más allá de

las diferencias, en el período de 1974 y 2004, la cobertura ha fluctuado desde las 45 000 hasta 28 000 ha (**Figura 3, Cuadro 4**).

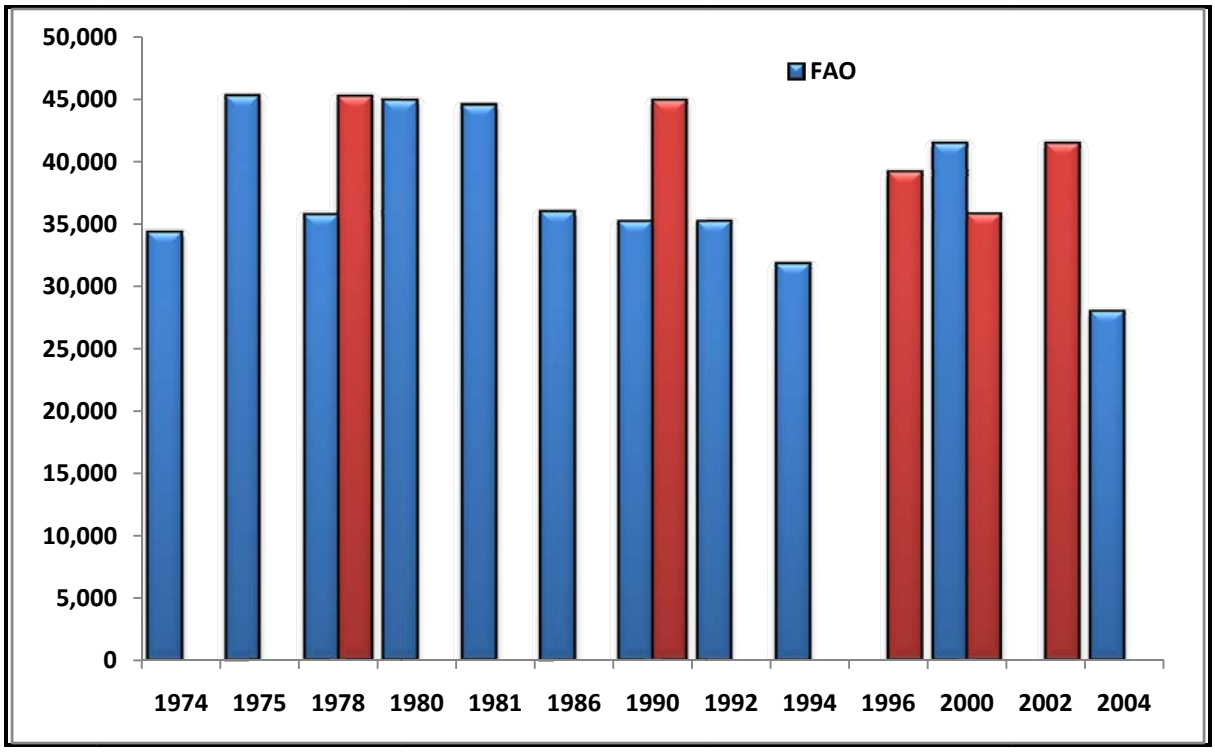


Figura 3. Variación de cobertura de manglar en El Salvador período 1974-2004 con base a las compilaciones de FAO (2007) y FUSADES (2007).

Cuadro 4. Estimación de la cobertura de manglar, porcentaje de la superficie total de los países y longitud de la línea costera países de Latinoamérica.

País	Área (ha)	% Cobertura	Autor
Estados Unidos	190,000	0.02	Odum *et al.*, (1982)
México	524,600	0.27	Yañez – Arancibia *et al.*,
Belice	73,000	3.10	Saenger *et al.* (1983)
Guatemala	16,040	0.15	Jiménez (1992)
Nicaragua	60,000	0.50	Saenger *et al.*, (1983)
Honduras	121,340	1.08	Jiménez (1992)
Costa Rica	41,330	0.08	Jiménez (1992)
El Salvador	35,235	1.65	Jiménez (1992)
Panamá	171,000	2.22	D´Croz (1993)
Colombia	358,000	0.31	Alvarez León (1993)

Continuación Cuadro 4.

País	Área (ha)	% Cobertura	Autor
Ecuador	161,770	0.60	MAG (1991)
Perú	4,791	0.01	Echevarría & Sarabia
Venezuela	250,000	0.27	MARNR (1986)
Brasil	1,012,376	0.12	Hertz (1991)
Cuba	529,700	4.80	Padron (1992)
Haití	18,000	0.65	Saenger *et al.*(1983)

Fuente: Lacerda *et al.* (1993).

2.5 Los estuarios

Los estuarios constituyen la zona de transición entre los ambientes acuáticos de agua dulce y marinos. La palabra estuario se deriva del sustantivo latín "*aestus*" que significa "marea" y específicamente del adjetivo "a*estuarium*" "de mareas" (Fairbridge, 1980).

En general, en la comunidad científica hay coincidencia de enfoques en cuanto a la estructura y función de los estuarios, entre los que cabe destacar:

- El movimiento de agua es el resultado combinado de factores como la influencia del agua dulce, distribución de la densidad, vientos, olas y la acción mareal. Estos patrones de circulación son importantes para el transporte de nutrientes, la distribución del plancton y los estadíos larvales de peces e invertebrados, mezcla de masas de agua y la dilución de contaminantes.
- En general hay un gradiente sedimentario de partículas finas (lodos) de las zonas internas a partículas gruesas (arena) en la zona externa del estuario. La naturaleza de los sedimentos es modificada por la entrada de materiales orgánicos arrastrados por ríos o la proveniente de la vegetación en los márgenes del estuario.
- Los estuarios son los ecosistemas más productivos del planeta. La productividad primaria es compleja, los aportes provienen de diversos grupos: macrophytas (algas, manglares), microalgas epífitas, microalgas bénticas y fitoplancton. La productividad primaria para los estuarios es alrededor de 2 kg m^{-2} $año^{-1}$ (Knox, 2001). Por otro lado, el

ecosistema de manglar contribuye significativamente con el ciclo del Carbono global. Se estima que la biomasa del ecosistema es de unas 700 ton ha^{-1} y de aproximadamente 8.7 gigatoneladas de peso seco a nivel planetario (Clough, 1992, Twilley *et al.* 1992).

- El volumen de materia producida (alrededor del 90%) es procesada a través de la cadena alimentaria detrítica. El pastoreo de fitoplancton por organismos filtradores como moluscos bivalvos, zooplancton y pequeños peces planctívoros, juega un rol importante en muchos estuarios por sus elevados niveles de consumo.
- Los factores que determinan la naturaleza y productividad estuarina son de diversa índole, entre ellos se puede resaltar: entrada de nutrientes y partículas, patrones de circulación del agua, distribución de la densidad y geomorfología del estuario.

2.6 Ciclo de nutrientes

Las aguas costeras y estuarinas son sistemas altamente productivos gracias a la entrada y salida de nutrientes (**Cuadro 5**).

Cuadro 5. Algunas vías de entrada y salida de materiales del ecosistema estuarino.

Entrada	Salida
Lluvia	Transporte mareal
Escorrentía	Infiltración
Fijación de nitrógeno	Denitrificación
Transporte mareal	Acumulación sedimentaria

Fuente: Knox, 2001

2.7 Bienes y servicios

Los bienes y servicios ambientales más destacados del ecosistema de manglar son: regulación climática regional; constituyen un hábitat para alta diversidad faunística; refugio, cría, alimentación y desarrollo de estadíos tempranos de una gran variedad de peces, moluscos y crustáceos; pesca artesanal, turismo, apicultura y producción acuícola; materia y

energía a través de hojarasca y detritus; retención de sedimentos y sustancias tóxicas transportadas por los cursos de agua; protección y estabilización de la línea costera; control de la escorrentía, erosión, inundaciones y daños causados por tormentas y huracanes.

2.8 Impacto natural y antropogénico

El ecosistema de manglar ha sido fuertemente presionado por actividades humanas y fenómenos naturales, lo que ha ocasionado pérdida de biodiversidad, disminución en la cobertura boscosa y consecuentemente, se ha disminuido su capacidad de amortiguamiento, aunado a un incremento de la contaminación del agua, suelo y aire. Algunas causas que pueden citarse son: la expansión de la frontera agrícola, la contaminación ambiental, la sobreexplotación de recursos de interés comercial, incendios, sequías, terremotos e inundaciones.

AGRADECIMIENTOS

Se extiende un sincero agradecimiento por los valiosos comentarios, aportes y sugerencias de José Enrique Barraza Sandoval, Marta Noemí Martínez, Efraín Rodríguez Urrutia, Miriam Elizabeht Cortéz, Ana Delfina Herrera y Carlos Antonio Granados.

REFERENCIAS

- Alongi, D. 2009. The energetics of Mangrove Forests. Springer. 216 pp.
- Castro, P. & M. Huber. 2003. Marine Biology. 4a Ed. McGraw Hill. 461 pp.
- Clough, B.F. 1992. Primary productivity and the growth of mangrove forests. 225-250 pp. *En:* Robertson, M & D. Alongi (Eds.). Tropical mangrove ecosystems. American Geophysical Society, Washington DC.

- Fairbridge, R. 1980. The Estuary: Its Definition and Geodynamic Cycle. *En:* Olausson E. & I. Cato (Eds.). Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries. John Wiley y Sons. p 1-35.
- FAO (Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2007. Los manglares de América del Norte y de América Central 1980-2005. El Salvador. Forest Resources Assessment Programme. Working Paper 138, Rome. p. 60-63.
- Fundación Salvadoreña para El Desarrollo Económico y Social (FUSADES). 2007. Estado Situacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador. Estudio Técnico No. 1. 146 pp.
- Jiménez, J. 1994. Los Manglares del Pacífico Centroamericano. EFUNA, Heredia, Costa Rica. 352 pp.
- Kathiresan, K. & B. Bingham. 2001. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. Ad. Mar. Biol. 40 (1): 81-251 pp.
- Knox, G. 2001. The Ecology of Seashores. CRC Press. USA. 557 pp.
- Lacerda, L.D., Conde, J.E., Alarcon, C, Alvarez-Leon, R., Bacon, P.R., D'Croz, L., Kjerfve, B., Polaina, J. & M. Vanucci. 1993. Mangrove ecosystems of Latín América and the Caribbean: A summary. *En:* Lacerda, L. (Ed.). Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latín América and Africa regions. International Society for Mangrove Ecosystems and International Tropical Timber Organization.
- Lacerda, L. 2001. Mangrove Ecosystems. Function and Management. Springer-Verlag. 292 pp.
- Mainardi, V. 1996. El manglar de Térraba Sierpe en Costa Rica. Turialba. CATIE. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central. 91 pp.
- Twilley, R., Chen, R. & Hargis, T. 1992. Carbon sinks in mangroves and their implication to carbon budget of tropical ecosystems. Water, Air and Soil Pollution 64: 265-288 pp.

BIODIVERSIDAD DE BAHÍA DE JIQUILISCO

JOSÉ ENRIQUE BARRAZA SANDOVAL

Gerencia de Vida Silvestre, Dirección General de Patrimonio Natural, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
ebarraza@marn.gob.sv & eulaliabarr@yahoo.com

I. GENERALIDADES

Bahía de Jiquilisco (**Figura 1**) representa el área más extensa del manglar del Pacífico Norte Seco de Mesoamérica según el Fondo de Vida Silvestre Mundial. Destaca por ser una zona de producción de recursos pesqueros y sal desde tiempos precolombinos (Gallo & Rodríguez, 2007).

Se declaró sitio Ramsar en 2005 con la finalidad que el Estado procure su desarrollo sostenible, abarcando un total de 63 500 ha, subdivididas en los siguientes ecosistemas principales:

- Bosque tropical seco y sus variantes estacionales
- Manglares, canales y lagunas
- Litoral marino arenoso
- Fondos duros
- Pastos marinos

Ecosistemas similares, aunque mayor superficie incluye el compromiso por parte del Estado de El Salvador en la declaración de bahía de Jiquilisco como Reserva de la Biósfera (UNESCO) en el año 2007.

Los esfuerzos administrativos para el uso sostenible de los recursos de esta área incluyen el apoyo de la cooperación española, japonesa, Banco Mundial, entre otras. Este respaldo ha reforzado la eficiencia para el uso sostenible de recursos naturales por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Dirección General de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA), Alcaldías colindantes y comunidades.

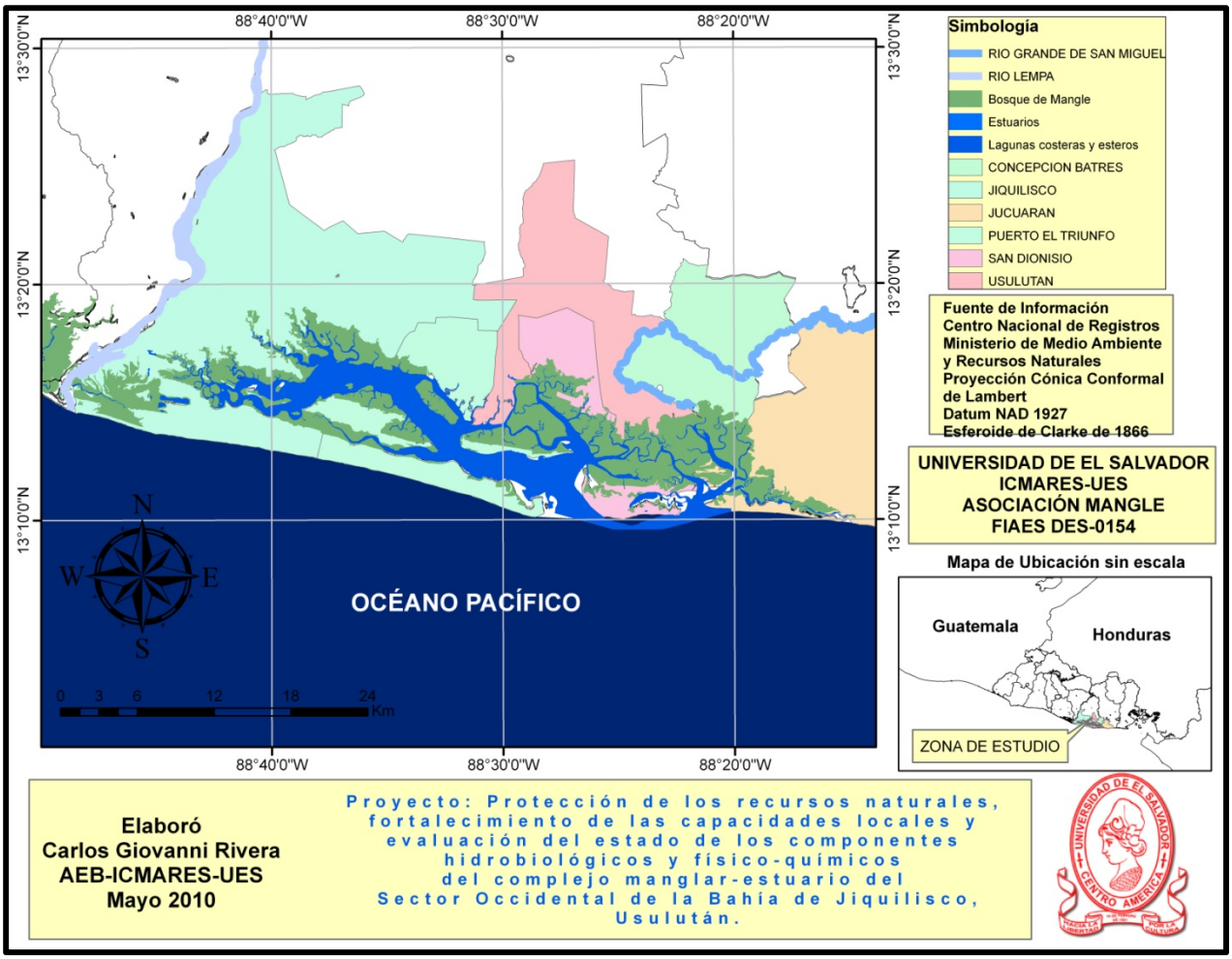


Figura 1. Mapa de ubicación de la Bahía de Jiquilisco.

Las investigaciones científicas en la zona, incluyen varios reportes técnicos de la dependencia estatal que normaba la pesca en la década de los 70; las observaciones oceanográficas de Gierloff-Emden (1976); estudios de poblaciones ícticas (Phillips, 1981, 1982, Phillips & Cole, 1978); calidad ambiental desarrollados o promovidos por MARN (Campos, 2007, Barraza, 2008), así como UCA (Amaya *et al.* 2009); estudios recientes realizados o apoyados por CENDEPESCA en asociación con la Universidad de El Salvador (UES) sobre reproducción en cautiverio de bivalvos y uso sostenible de recursos pesqueros; otros promovidos por ONG como CODEPA que incluye el registro del

holoturoideo *Holothuria rigida* en sedimentos fangosos intermareales (Carranza & Rivera, 2007).

II. ECOSISTEMAS

2.1 Bosque Tropical Seco y sus Variantes

El ecosistema original ha sido alterado severamente por actividades agrícolas, en el pasado por el cultivo de algodón y actualmente, para caña de azúcar, así como por actividades de pastoreo.

Este ecosistema es más bien continental y la influencia del océano Pacífico es menos intensa que en otros ecosistemas de mayor cercanía al mar. La vegetación se encuentra distribuida en sucesiones primarias y secundarias en la planicie costera del departamento de Usulután. De las primeras, se menciona que existen relictos concentrados en algunas zonas incluidas dentro del sistema nacional de áreas protegidas: Nancuchiname, El Tercio (privado), Normandía, Chaguantique, entre otras. En estas áreas se ha confirmado la ocurrencia de colonias del primate *Ateles geoffroyi* ("mono araña").

Otros vertebrados terrestres escasos que ocurren en el área son: *Tamandua mexicana* ("oso hormiguero"), *Canis latrans* (coyote), *Crocodylus acutus* (cocodrilo), *Kinosternon scorpioides* (tortuga de gonce).

Esas áreas se inundan de aguas lluvias y crecidas de ríos durante la estación lluviosa. La vegetación está caracterizada por *Bravaisia integerrima* ("mangle de agua dulce"), *Coccoloba caracassana* ("papaturro"), *Prosopsis juliflora* ("carbón"), *Ceiba pentandra* ("ceiba"), *Enterolobium cyclocarpum* ("conacaste"), *Pithecellobium dulce* ("mangollano"), *Bactris subglobosa* ("huiscoyol"), entre otras.

2.2 Fondos Blandos

En el fango del bosque de manglar existen ciertos bivalvos de importancia alimenticia y comercial, objeto de alta demanda en los diferentes estuarios del país. Los principales son: *Anadara similis* ("curil") y *A. tuberculosa* ("concha negra"). Ambos son comunes en el

fango asociado a *R. mangle* hasta unos 40 cm de profundidad, en los estuarios del país donde aún existen densidades importantes, a pesar de su extracción desordenada. Otros organismos adaptados a este fango con una capa oxigenada muy delgada (< 5 cm) son los anélidos poliquetos de las familias Amphinomidae, Capitellidae, Hesionidae, Lumbrineridae, Magelonidae, Nereidae, Onuphidae, Orbiniidae, Paraonidae, Pilargidae, Spionidae, Syllidae, entre otras (Barraza, 2003, Rivera & Romero, 2008).

Un hábitat típico observado en diferentes zonas de manglares del país, incluyendo la bahía de Jiquilisco, son los bajos intermareales que son superficies de poca pendiente que quedan expuestas durante períodos de mareas bajas. Estos ecosistemas están sometidos a diferentes períodos de exposición, caracterizados por presentar substrato fangoso o una mezcla del mismo con arena, ausencia o reducida cobertura vegetal por árboles del manglar, permite la ocurrencia de una gran cantidad de organismos incluyendo bivalvos de importancia comercial y alimenticia, tales como: *Anadara grandis*, *Protothaca asperrima*, *Chione subrugosa*, *Polymesoda inflata*, *Atrina maura*, *Mytella guyanensis*, *Donax dentifer*, cuya distribución depende de factores como salinidad, tipo y tamaño de grano, niveles de oxígeno, entre otros. También, durante la marea baja se han observado al menos tres diferentes especies no identificadas de anémonas de arena, gran abundancia de gastrópodos de la familia Potamididae, riqueza de crustáceos, peces de la familia Gobiidae, así como *Myrophis vafer* (Ophichthidae), un pez muy abundante que habita en el fango del manglar, tanto en bajos como en canales en manglares.

En las partes menos inundadas existen algunos cangrejos adaptados a condiciones semiterrestres, como es el caso de *Cardisoma crassum* (“tihuacal”, “cangrejo azul”), *Gecarcinus lateralis* (“ajalín”), *Ucides*

occidentalis (“punche”) (Orellana, 1992)

2.3 Litoral Marino Arenoso

Los litorales arenosos en bahía de Jiquilisco generalmente están cercanos al mar, donde la hidrodinámica es más intensa, se dan mayores niveles de oxigenación y el sedimento es arenoso. Las zonas más importantes son Punta San Juan, isla San Sebastián, bocanas “El Bajón” y “La Chepona”. La zona supralitoral presenta una franja estrecha de vegetación única adaptada a condiciones de altas temperaturas y salinidad. Algunas especies vegetales típicas de este ambiente son: *Ipomoea pes-caprae* (“campanilla de playa”), *Centrus echinatus* (“mozote de caballo”), *Canavalia maritima* (“frijol de playa”). Esta vegetación y otra más escasa se encuentra amenazada debido a la fragmentación que ocurre en las zonas arenosas litorales del país.

Algunas especies de invertebrados que conforman parte de la fauna acuática intermareal son: el gusano *Sipunculus nudus*; gastrópodos de la familia Olividae; bivalvos de la familia Donacidae; varios anélidos poliquetos (Barraza, 2003); crustáceos incluyendo anfípodos e isópodos y al menos 6 especies de equinodermos (Barraza & Hasbún, 2005). La diversidad se incrementa en zonas sublitorales, donde los poliquetos de la familia Onuphidae son abundantes (**Figura 2**).

Figura 2. Tubo de poliqueto onúfido en Corral de Mulas. 9 m de profundidad.

Las zonas litorales arenosas también son muy importantes para la anidación de tortugas y aves en bahía de Jiquilisco. Se ha confirmado que gran cantidad de tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) anidan en las islas con litoral arenoso.

2.4 Fondos Duros

Otro hábitat muy peculiar está representado por los fondos duros en zonas de salinidades marinas (> 30 ups) donde ocurren organismos típicos de arrecifes rocosos en profundidades que oscilan desde la zona intermareal hasta 18 metros. Los fondos duros más comunes están conformados por gaviones, muelles, rampas, árboles y arrecifes artificiales. Sobresalen las esponjas; hidrozoos; antozoos (incluyendo el coral blando *Leptogorgia rigida* y el pétreo del género *Coenocyathus*), el cual se adapta a las condiciones de alta turbidez; poliquetos, moluscos incluyendo las clases Bivalvia, Gastropoda; sipuncúlidos; una gran riqueza de crustáceos; al menos tres especies de ofiuroideos. Referente a peces sobresalen *Abudefduf troschelii* (**Figura 3**), *Stegastes flavilatus*, *Pseudobalistes naufragium*, *Diodon holocanthus*, *Pomacanthus zonipectus*, *Lutjanus argentiventris*, *L. jordani*, *L. guttatus*, *Epinephelus labriformis*, *Chaetodon humeralis* (**Figuras 4**), entre otros. Estos peces son comunes en los arrecifes de Los Cóbanos, Mizata, y zonas rocosas de islas del Golfo de Fonseca. Se ha observado que se alimentan con frecuencia del coral blando *Carijoa multiflora*, también distribuido en las zonas rocosas antes mencionadas (Reyes & Barraza, 2003).

Figura 3. *A. troschelii* asociado a árbol de R. mangle sumergido a 6 m de profundidad en Punta El Chile.

Figura 4. *C. humeralis* asociado a fondo rocoso de muelle en Corral de Mulas a 4 m de profundidad.

Son escasas las observaciones en fondos duros de zonas salobres (< 20 ups), caracterizadas por pequeñas piedras, paredes, muros, donde se han observado cirrípedos, bivalvos de la familia Ostreidae, gastrópodos de la familia Epitoniidae, entre otros.

III. BIODIVERSIDAD

3.1 Phyllum Porifera

Se han observado esponjas asociadas a diversos substratos como raíces de *R. mangle*, árboles sumergidos, estructuras de concreto, piedras, desde la zona intermareal hasta 18 metros de profundidad. Hasta el momento no se han identificado especies de este taxón en ambientes marinos del país.

En los ambientes rocosos, se observan organismos asociados a las colonias de esponjas, tales como anfípodos, poliquetos y ofiuroideos. La **figura 5** muestra una colonia de esponja no determinada.

Figura 5. Esponja asociada con *Ophiotrix spiculata* (Ofiuroidea) a 5 m de profundidad. Punta El Chile.

3.2 Phyllum Cnidaria

Se ha registrado recientemente la ocurrencia de hidrozoos asociados a troncos de árboles sumergidos, rocas y estructuras de concreto. Una especie identificada en zonas de alta salinidad (>30 ups) es *Macrorhynchia phillipina* (**Figura 6**) que también ocurre en otros fondos rocosos como Los Cóbanos y Golfo de Fonseca, hasta unos 5 m de profundidad. Existen otros hidrozoos no determinados. De igual forma, recientemente se han registrado antozoos no identificados tanto en fondos duros como blandos, incluyendo al menos dos especies de anémonas asociadas a sedimento arenoso. En el cuadro 1

se resume la existencia de este filo en la bahía de Jiquilisco, basado en observaciones durante censos submarinos.

Figura 6. *M. phillipina* en Corral de Mulas. 6 m profundidad.

Cuadro 1. Cnidarios observados y registrados en Bahía de Jiquilisco.

CLASE	ESPECIE	HÁBITAT/PROFUNDIDAD
Hydrozoa	*Macrorhynchia phillipina*	Fondos duros. 2-5 m profundidad.
Scyphozoa	*Stomolophus meleagris*	Parte del plancton.
Anthozoa	*Carijoa multiflora* (**Figura 7**)	Troncos, piedras, estructuras de concreto, arrecifes artificiales. 2-18 m profundidad.
	Leptogorgia rigida	Fondos duros de salinidad alta (>30 ups).
	Renilla muelleri	Fondos blandos. 15 m.
	Coenocyathus sp. (**Figura 8**)	Piedras, conchas de gran tamaño. 4-18 m.
	Parazoanthus sp. (**Figura 9**)	Estructuras de concreto. 2-4 m.

Figura 7. *Carijoa multiflora*. Punta El Chile. 6 m profundidad.

Figura 8. *Coenocyathus* sp. Corral de Mulas. 6 m profundidad.

Figura 9. *Parazoanthus* sp. Corral de mulas. 3 m profundidad.

Es muy probable que al incrementar los censos submarinos se incremente el número de especies de cnidarios en este ecosistema estuarino.

3.3 Phyllum Sipunculida

Se ha documentado la presencia de *Sipinculus nudus* en playones arenosos intermareales y submareales de bahía de Jiquilisco y estero El Tamarindo (Barraza, 2008). Se le utiliza como carnada en la pesca artesanal. Esta especie presenta una distribución cosmopolita en mares tropicales y templados (Brusca, 1980, Vargas & Dean, 2009).

3.4 Phyllum Mollusca

Hasta el momento se han documentado 65 especies de moluscos registrados en la bahía de Jiquilisco, según el inventario nacional de moluscos, que tomó como base el trabajo previo de Hernández (1992). Estos organismos han colonizado todo tipo de hábitats del estuario: fondos blandos, duros, árboles del manglar. Algunos factores que regulan su distribución son salinidad, hidrodinámica, profundidad, flujos de agua dulce. En el cuadro 2 incluye una lista resumida de los principales moluscos que se han observado en la bahía.

Cuadro 2. Moluscos observados y registrados en bahía de Jiquilisco.

CLASE	ESPECIE	HÁBITAT/PROFUNDIDAD
Bivalvia	*Anadara grandis*	Playones arenoso-fangosos intermareales.
	A. similis	Fango asociado a manglares.
	A. tuberculosa	Fango asociado a manglares.
	Atrina maura	Bajos intermareales y sublitorales.
	Chione subrugosa	Bajos intermareales y rocas.
	Donax dentifer	Litorales arenosos intermareales y bajos arenosos.
	Mytella guyanensis	Bajos intermareales y rocas.
	Protothaca asperrima	Bajos intermareales y rocas.
	Saccostrea palmula	Rocas intermareales y también se adhieren a manglares.
	Tagelus spp.	Fango.
Gastrópoda	*Nerita scrabicosta*	Rocas, zonas de mayor salinidad (>25 ups).
	Littoraria fasciata	Troncos, ramas, raíces de árboles del manglar.
	Cerithidea spp.	Fondos blandos intermareales.
	Linatella wiegmanni	Fango.
	Melongena patula	Fondos blandos intermareales y sublitorales.
	Nassarius spp.	Fondos blandos intermareales y sublitorales.
	Flabellina cynara (**Figura 10**)	Fondos duros. 5-8 m prof.
	Nudibranquio no determinado (**Figura 11**)	Fondos duros. 5-8 m prof.

Uno de los hallazgos recientes interesantes es la existencia del nudibranquio *F. cynara* en fondos duros de punta "El Chile", caracterizada por corrientes de moderadas a fuertes durante los diferentes períodos de marea. No se le ha observado en otras partes del país.

Figura 10. *Flabellina cynara*. Punta El Chile, isla Madresal. 5 m profundidad.

Figura 11. Nudibranquio no identificado. Punta El Chile, isla Madresal. 5 m profundidad.

Los pobladores locales extraen una variedad de moluscos bivalvos. Estudios recientes reflejan diferentes ventajas y desventajas para utilizar a los bivalvos *Anadara similis*, *A. tuberculosa*, *Protothaca asperrima*, como biomonitores de contaminación orgánica en la bahía (Campos, 2007, Barraza, 2008).

Imágenes de moluscos se pueden observar en el inventario de moluscos de El Salvador y otros documentos que se encuentran en la hoja de Internet del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Temas/Ambiente y Territorio/Publicaciones). No existen registros específicos de escafópodos, poliplacóforos, cefalópodos para el área. Seguramente el incremento de estudios en la zona conducirá a incrementar los registros de especies de este grupo.

3.5 Phyllum Annelida: Polychaeta

Los poliquetos presentan una gran abundancia en las comunidades bentónicas de donde se deriva su importancia en las cadenas alimenticias de la gran mayoría de ambientes marinos (Dean, 2009). Existen algunos registros de poliquetos para la bahía de Jiquilisco (Calles *et al.* 1994, Barraza, 2003), así como uno para todo el país (Rivera & Romero, 2008). El cuadro 3 presenta un registro de poliquetos para bahía de Jiquilisco según los autores antes mencionados.

Cuadro 3. Poliquetos registrados y observados en bahía de Jiquilisco.

FAMILIA	ESPECIE
Amphinomidae	*Linopherus kristiani*
Capitellidae	*Daybranchus lumbricoides*
Eulepethidae	*Grubeuleis mexicana*
Hesionidae	*Gyptis brevipalpa*
Lumbrineridae	*Lumbrineris magna-nuchalata*
	L. unicinigera
Magelonidae	*Magelona pacifica*
Nereidae	*Nereis seridentata*
	Laonereis brunnea
Onuphidae	*Diopatra ornata*
	Nothria sp.
Opheliidae	*Armandia salvadoriana*
Orbiniidae	*Haploscoloplos elongatus*
Paraonidae	*Acesta lopezi lopezi*
Pectinariidae	*Petta* sp.
Pilargidae	*Loandalia gracilis*
Polynoidae	*Eunoe* sp.
Sabellidae	*Chone minuta*
Spionidae	*Paraprionospio pinnata*
	Streblospio sp.
Syllidae	*Autolytus multidentatus*
	Typosyllis salina

Un registro peculiar corresponde a una especie no identificada de la familia Nereidae que habita en franjas intermareales de la corteza de las raíces o ramas de *R. mangle*.

3.6 Phyllum Arthropoda: Crustacea

Los crustáceos comprenden a un grupo numeroso de especies marinas, por ello se abarcaran ciertos taxones de los cuales existe confirmación de su presencia en la bahía de Jiquilisco.

Clase Maxillopoda

Subclase Cirripeda

La subclase incluye a barnacles, de los cuales se ha documentado la presencia de: *Balanus reticulatus* (*Amphibalanus reticulatus*), *Amphibalanus* sp., *Balanus* sp., *Chthalamus panamensis*, *Fistrobalanus* sp. Todos ellos, usualmente se presentan en agregados sobre estructuras duras: muros, madera, ostras, conchas, ladrillos, rocas, etc.

Clase Malacostraca

Orden Amphipoda

Aunque no se han identificado especies marinas de anfípodos en El Salvador, sí se confirma su ocurrencia asociada a estructuras flotantes, substratos duros artificiales, así como en la zona intermareal arenosa y fangosa.

Orden Isopoda

Se confirma la ocurrencia de *Excirolana brasiliensis* en las zonas intermareales arenosas con influencia de olas.

Orden Decapoda

Dentro de este taxón sobresalen los camarones peneidos *Litopenaeus vannamei*, *L. occidentalis*, *L. stylirostris*. En áreas salobres ocurren algunos camarones carideos como *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum*, *Palaemonetes hiltoni y P. schmitti.*

Otro hallazgo reciente se trata de la ocurrencia de *Panulirus gracilis* (langosta de zonas rocosas, **Figura 12**) en fondos rocosos artificiales en una zona de mayor salinidad (>30 ups), conocida como "Corral de Mulas", aunque no es abundante.

Dentro del infraorden Anomura, se menciona la especie *Lepidophthalmus bocourti* ("mongo") que habita en bancos (playones) intermareales y se utiliza como carnada en pesca artesanal con anzuelo. También, se incluyen paguroideos (cangrejos "ermitaños" o "canagües"): *Dardanus sinistripes, Petrochirus californiensis* (Orellana, 1982). Además, también se registran algunas especies de las superfamilias Galatheoidea (cangrejos porcelana) e Hippoidea ("achiquiles"). Los primeros habitan en sedimentos con conchas, bajo rocas, ramas; los otros son más afines a litorales arenosos con influencia de olas.

Los cangrejos (infraorden Brachyura) importantes que ocurren en la bahía de Jiquilisco se agrupan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Braquiuros importantes en la pesca artesanal en bahía de Jiquilisco.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	HABITAT
Cardisoma crassum	Tihuacal, cangrejo azul (**Figura 13**)	Madrigueras en zonas secas de manglares
Callinectes arcuatus	Jaiba	Fondos blandos costeros
C. toxotes	Jaiba	Fondos blandos costeros
Cronius ruber	Jaiba	Fondos blandos
Gecarcinus lateralis	Ajalín (**Figura 14**)	Madrigueras en zonas secas de manglares
Ucides occidentalis	Punche (**Figura 15**)	Madrigueras en zonas pantanosas de manglares

Tanto *C. crassum*, *G. lateralis* y *U. occidentalis* presentan un sistema respiratorio adaptado a tomar oxígeno del aire, por lo que presentan un ciclo de vida anfibio, ya que dependen del agua para su reproducción. En El Salvador, se han desarrollado algunos estudios ecológicos sobre el primero y tercero (Carranza 2004, Carranza & Mejía 2001, 2002, Rivera, 2008).

Figura 13. *Cardisoma crassum* en habitación, Corral de Mulas.

Figura 12. *Panulirus gracilis*. Corral de mulas. 5 m profundidad.

Figura 14. *Gecarcinus lateralis*, orilla de calle Corral de Mulas.

Figura 15. *Ucides occidentalis*. Isla San Sebastián.

Otro braquiuro muy abundante, aunque carente de importancia comercial es *Aratus pisonii* ("chichimeca", **Figura 16**), el cual presenta hábitos arbóreos y similar tendencia semiterrestre como en los mencionados anteriormente. También son comunes en zonas intermareales los cangrejos violinistas que incluyen varias especies del género *Uca*.

Figura 16. *Aratus pisonii* sobre rama de *R. mangle*.

3.7 Phyllum Echinodermata

Los estudios recientes han incrementado el conocimiento de este grupo taxonómico en bahía de Jiquilisco. Por ejemplo, Carranza y Rivera (2007), registraron para el país, la ocurrencia de *Holothuria rigida* (**Figura 17**) en el fango intermareal asociado a *Rhizophora mangle*, contrario al hábitat de rocas inter y submareales. También, sobresale la alta abundancia de los ofiuroideos *Ophiactis savignyi* y *Ophiothrix spiculata* (**Figuras 18**, **19**) asociados a fondos duros naturales y artificiales hasta profundidades de 18 m. Se registró la ocurrencia de *Astropecten armatus* y *Encope micropora* (**Figura 20**) en fondos blandos entre 10 a 16 m de profundidad.

Ocasionalmente, se observan exoesqueletos de *E. micropora* en zonas intermareales arenosas, incluyendo también a *Mellita longifissa* (galleta de mar) y *Agassizia scrobiculata* (erizo blando).

Figura17. *Holothuria rigida*. Especimen recolectado en manglares, Isla San Sebastián.

Figura 18. *Ophiothrix spiculata*. Fondo duro, 10-15 m prof. Fotografía de Wilfredo López.

Figura 19. *Ophiactis savignyi*, espécimen preservado. Fotografía de Wilfredo López.

Figura. 20. *Encope micropora*. Fondo arenoso. 15 m profundidad.

3.8 Phyllum Chordata: Pisces

Dentro del grupo de peces se registra un total de 61 especies en la bahía (Phillips, 1981). Se incluyen varias familias asociadas a fondos blandos de ambientes estuarinos, algunas de ellas de ambientes pelágicos como Engraulidae y Clupeidae. Otros, de media columna de agua y también bentónicos como Ariidae, Sciaenidae, Gerreidae; y los propiamente bentónicos: Soleidae, Gynoglossidae, Batrachoididae.

Observaciones de campo, documentan la presencia de familias del primer grupo con Anablépidos, Carángidos, del segundo, con Haemúlidos, Lutjanidos, Centropómidos, Carángidos, y del

tercero con Rajidae, Góbidos, Ofictidos (Ophichthidae).

La mayoría de las familias antes mencionadas se asocian al característico fondo blando, sea fango o arena o combinación de ambos. En los fondos duros artificiales sobresalen las siguientes especies agrupadas por familias

Balistidae
Pseudobalistes naufragium (**Figura 21**)
Carangidae
Hemicaranx leucurus (**Figura 22**)
Chaetodontidae
Chaetodon humeralis
Holocentridae
Sargocentron suborbitalis
Lutjanidae
Lutjanus argentiventris
*L. guttatus (***Figura 23**)
L. jordani (**Figura 24**)
L. novemfasciatus (**Figura 25**)
Mullidae
Mulloidichthys dentatus
Muraenidae
Echidna nocturna
Pomacanthidae
Pomacanthus zonipectus (**Figura 26**)
Pomacentridae
Abudefduf troschelii
Serranidae
Cephalopholis panamensis
Epinephelus labriformis
Rypticus nigripinnis
Tetraodontidae
Arothron hispidus
Diodon holocanthus

De las especies antes mencionadas, son los lutjánidos, *P. naufragium* (**Figura 21**), así como *Centropomus* sp., los que se asocian a los arrecifes artificiales (**Figuras. 22**, **23**) en profundidades desde 8 a 20 m.

C. humeralis y *A. troscheli* presentan altas densidades en fondos rocosos artificiales, así como troncos y ramas hundidas hasta unos 8 m de profundidad. Se alimentan continuamente de *C. multiflora*, así como *P. zonipectus* que es menos abundante.

Los tres serránidos se han observado solamente en fondos rocosos artificiales, aunque durante la expedición del R/V Urracá (2001), se detectaron ejemplares del último en fondos blandos durante arrastres en la bahía. *M. dentatus* se mantiene sobre fondos blandos cerca de los rocosos artificiales.

Figura 21. ***Pseudobalistes naufragium.*** **Corral de mulas. 5 m profundidad.**

Figura 22. ***Hemicaranx leucurus.*** **Corral de mulas. 3 m profundidad.**

Figura 23. ***Lutjanus guttatus.*** **Árbol manglar sumergido. Punta El Chile. 7 m profundidad.**

Figura 24. ***Lutjanus jordani.*** **Arrecifes artificiales, troncos. Los Remos. 8 m profundidad.**

Figura 25. ***Lutjanus novemfasciatus.*** **Corral de mulas. 4 m profundidad.**

Figura 26. ***Pomacanthus zonipectus*** **juvenil. Árbol de mangle sumergido. Punta El Chile. 7 m profundidad.**

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el importante aporte de Oscar Molina en la revisión de este capítulo, así como el acertado apoyo por parte de los guarda-recursos de bahía de Jiquilisco durante diferentes exploraciones.

REFERENCIAS

- Amaya, N., M.D. Dolores & R. Lozano. 2009. Determinación de la contaminación por plaguicidas en agua, suelo, sedimentos y camarones en los catones Salinas del Potrero y Salinas de Sisiguayo en la bahía de Jiquilisco. Abril 2007-Diciembre 2008. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. Fondo de Iniciativa de las Américas. 11 pp.
- Barraza, J.E. 2003. Comunicación actualizada sobre los poliquetos (Annelida) marinos de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 9 pp. www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=183#estudios
- Barraza, J.E. 2008. Revisión sobre algunos taxa de macroinverte-brados acuáticos en El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 26 pp. www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=128&Itemid=183#indices
- Campos, S. 2007. Determinación de bacterias coliformes fecales en ejemplares de *Protothaca asperrima* en cuatro ecosistemas estuarinos de la zona oriental de El Salvador. Tesis de licenciatura. Universidad de El Salvador. 87 pp.
- Carranza, O.A. & A.M. Rivera. 2007. Nuevo reporte de la especie *Holothuria* (*Cystipus*) *rigida* para El Salvador, C.A. Comité de Desarrollo Empresarial y Ambiental de Puerto Parada. 2 pp.
- Gallo, M. & E. Rodríguez. 2007. Reserva de Biosfera Xirihualtique-Jiquilisco, Bahía de las Estrellas. Formulario de Propuesta de Reserva de Biosfera UNESCO. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Agencia Española de Cooperación Internacional. 63 pp.
- Gierloff-Emden, H.G. 1976. La Costa de El Salvador. Monografía Morfológica Oceanográfica. Ministerio de Educación, Dirección de Publicaciones. San Salvador, El Salvador. 273 pp.

- Orellana, J.J. 1992. Inventario Preliminar de los Crustáceos Marinos y de Agua Dulce de El Salvador, América Central. Trabajo de investigación presentado a Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente. 78 pp.
- Phillips, P.C. 1981. Diversity and fish community structure in a Central American mangrove embayment. *Rev. Biol. Trop*. 29 (2): 227-236.
- Phillips, P.C. 1983. Observations on abundantes and spawning seasons of three fish familias from an El Salvador coastal lagoon. Rev. Biol. Trop. 31 (1): 29-36.
- Phillips, P.C. & C.F. Cole. 1978. Fisheries resources of Jiquilisco Bay, El Salvador. Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Proceedings of the 30th Annual Session, 81-94.
- Rivera, G. C. & M.Y. Romero. 2008. Checklist of polychaetes (Annelida: Polychaeta) from El Salvador, Eastern Pacific. Check List 4 (1): 18-30.

EL SECTOR OCCIDENTAL DE LA BAHÍA DE JIQUILISCO

CARLOS GIOVANNI RIVERA & TOMASA DEL CARMEN CUELLAR

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES).
Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
riveracg@yahoo.com & t.cuellarmartínez@yahoo.es

I. DESCRIPCIÓN FÍSICA

El Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ) es una franja costera situada entre la margen izquierda de la Bocana del Río Lempa hasta los límites de la laguna de San Juan del Gozo (**Figura 1**).

El canal El Izcanal es el estuario principal del SOBJ, cuenta con una longitud aproximada de 5 km y se extiende entre las Comunidades Isla Montecristo y La Tirana. Contiene una serie de canales secundarios (El Tihuilote, Titihuapa, La Lagartera, La Conquista, El Brujo, El Palmo, El Capulín, El Rico, La Trompeta, Las Lagunillas) que contribuyen al sostenimiento del bosque de manglar (**Figura 2**).

En la boca del canal El Izcanal se presenta una barra arenosa con vegetación de manglar, sus orígenes procederían del delta que forma el río Lempa más las fuerzas hidrodinámicas que actúan en El Izcanal y facilitan el depósito de sedimentos. El intercambio y circulación del estero propiamente dicho, correspondería al agua dulce que entra por el estrecho canal de Las Iguanas y los ciclos mareales que ingresan por el Sur del Izcanal.

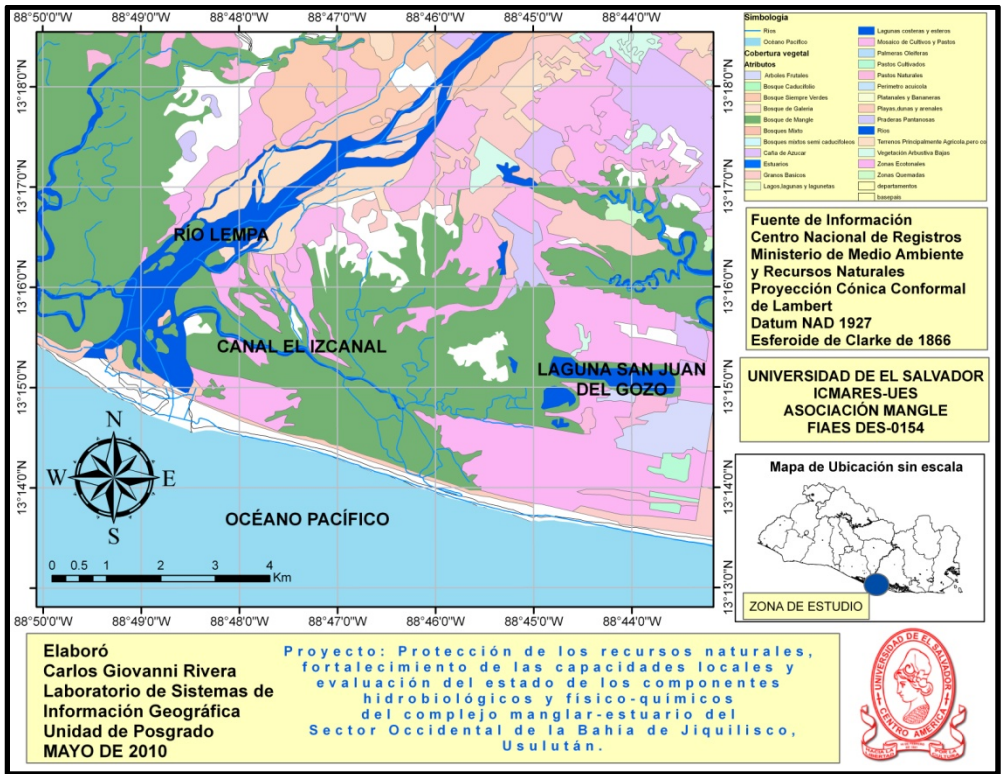


Figura 1. Ubicación geográfica del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ).

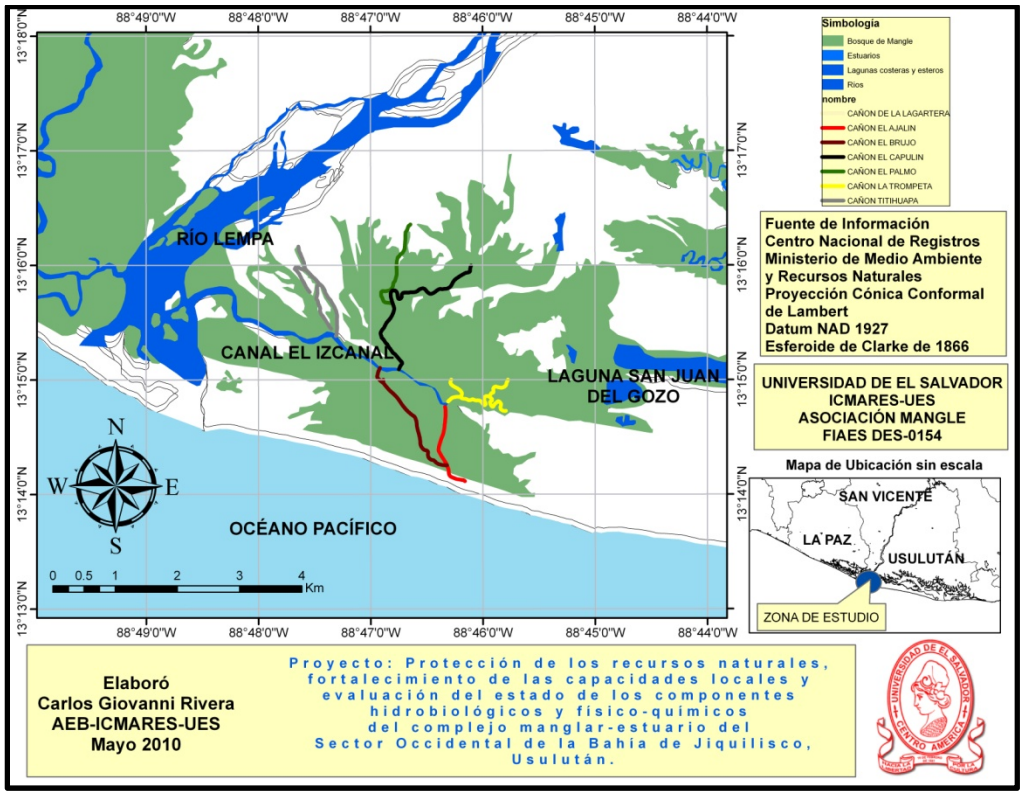


Figura 2. Canal El Izcanal principal y algunos cañones secundarios en el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ).

II. DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA

La superficie total del bosque de manglar es de 1 916 ha y 52 m^2 (MARN, 2008), se compone primordialmente de las especies *Rhizophora racemosa* ("mangle rojo espigado"), *Laguncularia racemosa* ("sincahuite") y *Avicennia germinans* ("iztatén"). Las primeras dos especies son las más dominantes, llegando a densidades de más de 400 individuos por m^2 (Mariona *et al.* 2008). Algunas zonas del bosque se encuentran fuertemente presionadas por actividades agrícolas aledañas y su cobertura se presenta en parches, especialmente aquellas situadas al Noroccidente del Canal El Izcanal.

El recurso hidrobiológico de mayor importancia comercial para el SOBJ son los cangrejos *Ucides occidentalis* ("punches"), actualmente son extraídos por unas 170 usuarios locales. Las Trompetas y El Varal presentan las más altas densidades de la especie (13 individuos/m^2). Los rendimientos de la pesca artesanal de *U. occidentalis* sobrepasan ligeramente los límites impuestos por el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), que en 2007 se situó en unas 379 000 docenas (Rivera, 2008).

La extracción de *Cardissoma crassum* ("tihuacales") es ocasional porque sus poblaciones están fragmentadas y comercialmente inviables (Rivera, 2009). Se han registrado 40 especies de peces para el SOBJ. La especie más abundante de la zona es *Cathorops fuertii* ("bagre") (García, 2008).

III. CARACTERIZACIÓN SOCIAL

3.1 Población

En 2008 se desarrolló un censo *de facto* en las ocho comunidades del SOBJ (Rivera, 2009), de ese estudio se pueden resumir los siguientes aspectos relevantes:

- Los 986 habitantes y 238 familias se distribuyen por comunidad de la siguiente manera: Las Mesitas (321 habit.-70 Fam.), Los Cálix (161 habit.-40 Fam.), La Canoíta (110 habit.-29 Fam.), Isla de Montecristo (104 habit.-23 Fam.), La Tirana (80 habit.-21 Fam.), La

Chacastera (80 habit.-19 Fam.), Los Lotes (71 habit.-18 Fam.) y La Babilonia (59 habit.-18 Fam.).

- Una cuarta parte de las personas no cuentan con escolaridad. Aquellos que han asistido regularmente al sistema educativo, únicamente cursaron cuatro años de estudio.
- La jefatura de hogar corresponde principalmente a hombres (75%).
- Cerca de un 40% de los hogares tienen parientes migrantes, principalmente en Estados Unidos de América.
- Las actividades productivas son primariamente: la agricultura, ganadería, pesca artesanal y la acuicultura.
- Dos tercios de la población se ubican bajo el umbral de pobreza.
- La mayoría de viviendas son de tipo mixto, techo de lámina y piso de tierra o cemento.
- La cobertura de servicios básicos (electricidad y agua potable) ocurre en más de la mitad de las viviendas.
- La principal causa de morbilidad y mortalidad está relacionada con padecimientos de las vías respiratorias.
- El 74% de las familias han sufrido los efectos de algún desastre natural, usualmente inundaciones.
- Pese a contar con gran potencial turístico, menos del 2% de las familias participan en actividades relacionadas con ese rubro.
- Un poco más del 20% de las familias padecen vulnerabilidad desde el punto de vista socio-demográfico.

3.2 Regulaciones jurídicas del SOBJ

El Acuerdo Nº14 del MARN estableció veda en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales terrestres y acuáticos del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco, municipio del mismo nombre, del departamento de Usulután. Entró en vigencia el diez de marzo de 2008, desde entonces el SOBJ está sujeto a las siguientes consideraciones jurídicas:

- En el Canal El Izcanal, se establece Veda Total en el uso y aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos (peces, moluscos, crustáceos y otras especies del medio acuático) y terrestres (bosque salado en general y su fauna silvestre contenida en él).
- En los cañones o canales y en las áreas de bosque salado adyacentes denominados, El Tihuilote, Titihuapa, La Lagartera, La Conquista, El Brujo, El Palmo, El Capulín, El Rico, La Trompeta y Las Lagunillas, se permitirá la investigación científica, educación ambiental, pesca artesanal y el marisqueo regulado, turismo de bajo y mediano impacto y el establecimiento de viveros de organismos hidrobiológicos; todas estas actividades deberán ser autorizadas previamente por el MARN de acuerdo a la normativa ambiental vigente y su respectivo Plan Local de Extracción Sostenible.
- Se prohíbe dentro del área vedada emplear en forma manual o mecanizada los medios o técnicas de pesca siguientes: apaleo, pozoleo, puyado, caloneo, la chapoda, arpones con punta explosiva, barbasco y cualquier otro químico natural o artificial que afecte negativamente a los recursos hidrobiológicos, así como explosivos que provoquen muerte o aturdimiento de las especies y atenten la seguridad de los pescadores. De igual forma no se permite la aplicación de otras técnicas de pesca que provoquen concentraciones o dispersiones intencionadas en las poblaciones de peces y afecten el ecosistema acuático, tal como el arrastre de fondo con cualquier tipo de red.
- En el área vedada no se permitirá tapadas de cañones, rodeadas de islas y manglares, por cualquier medio, debido a que esta zona representa uno de los sitios de mayor reproducción de los recursos hidrobiológicos y terrestres (bosque salado en

general y su fauna silvestre contenida en él), y cualquier tipo de obstrucción de éstos, afectarían negativamente la dinámica productiva de las poblaciones presentes en este ecosistema.

Actualmente, se encuentra en proceso de aprobación por parte del MARN, la normativa que otorgaría vida jurídica al Plan Local de Extracción Sostenible (PLES) del SOBJ en 2010. Esta herramienta de planificación fue elaborada por el Proyecto Académico Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES) de la Universidad de El Salvador (UES) y fue sometida a una serie de nueve talleres a nivel local hasta alcanzar su validación. Posteriormente, fue discutida y acordada su versión final entre el ICMARES y el MARN, para su posterior aprobación e implementación.

IV ESTRATEGIA INTEGRAL DE ABORDAJE DEL SOBJ

Las actividades preliminares de generación de conocimiento científico para el manejo sostenible del SOBJ, se dieron en el 2007 con el proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la bahía occidental, Jiquilisco, Usulután, financiado por el Fondo para la Iniciativa de las Américas El Salvador (FIAES).

El objetivo 3 de ese proyecto consistió en determinar la estructura y composición del complejo de manglares/estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco en una zona de 1000 hectáreas. La iniciativa fue finalmente publicada en 2008 (Rivera *et al.* 2008) y contó con amplia participación local tanto en su desarrollo como en el cumplimiento de algunas recomendaciones científicas propuestas.

Otro aspecto relevante que le otorgó un nuevo impulso a la conservación del SOBJ fue el proceso de veda del canal El Izcanal, impulsado por la Comunidad Isla Montecristo. Luego de algunos conflictos con usuarios

de la margen derecha del río Lempa, en la que también se involucraron algunas instituciones estatales, a principios del 2008, entró en vigencia una veda para los recursos hidrobiológicos del Izcanal establecida por el MARN.

Ese mismo año, el ICMARES y la Asociación Mangle, con el concurso de las comunidades locales, decidieron avanzar en la gestión de los recursos naturales del SOBJ, en su carácter de área de conservación. En ese esquema, se solicitó financiamiento al FIAES a través del proyecto Protección de los recursos naturales, fortalecimiento de las capacidades locales y evaluación del estado de los componentes hidrobiológicos y físico-químicos del complejo manglar-estuario del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, Usulután.

La propuesta fue elaborada con base en los siguientes objetivos:

Objetivo General

Gestión sostenible del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, mediante acciones de vigilancia, fortalecimiento de capacidades locales en educación ambiental, ecoturismo y conservación y el monitoreo del estado de los componentes hidrobiológicos y físico-químicos del complejo manglar-estuario.

Objetivos Específicos

- Proteger los Recursos Naturales del complejo manglar-estuario y bosque dulce de la Bahía Occidental de Jiquilisco por medio de acciones de vigilancia con guardarrecursos.
- Desarrollar capacidades locales en educación ambiental, ecoturismo y conservación, por medio del establecimiento, rotulación y evaluación de dos rutas ecoturísticas, señalización de sitios estratégicos, capacitación de líderes y lideresas y otros actores locales sobre Áreas Naturales Protegidas y el mantenimiento de plantación forestal.
- Evaluar el estado de los recursos hidrobiológicos y físico-químicos del complejo manglar/estuario por medio del monitoreo espacial

y temporal de sus componentes prioritarios.

El proyecto fue aprobado por el FIAES, luego de recibir una de las más altas evaluaciones. Entre los principales logros se encuentra el cambio de la visión de un simple ecosistema de manglar al de un área de conservación protegida por guarda recursos y con un monitoreo de recursos naturales como base para la toma de decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Se extiende un sincero agradecimiento por los valiosos comentarios, aportes y sugerencias de José Enrique Barraza Sandoval, Marta Noemí Martínez, Efraín Rodríguez Urrutia, Miriam Elizabeht Cortéz, Ana Delfina Herrera y Carlos Antonio Granados.

REFERENCIAS

- García, K. 2008. Estructura y composición de las comunidades de peces del Bajo Lempa de Junio a Octubre de 2007. p. 49-71. *En:* Rivera, C. G. *et al.* (Eds.) 2008. Estructura y composición del complejo Manglar-estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Informe final Objetivo 3. Proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en Comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la Bahía Occidental, Jiquilisco, Usulután. Proyecto Mangle/FIAES/UES-ICMARES. San Salvador, El Salvador. 71 pp.
- Jiménez, I. & L. Sánchez. 2004. Complejo Bahía de Jiquilisco. Propuesta de Sitio Ramsar. MARN/AECI. San Salvador. El Salvador. 54 pp.
- Mariona, G. 2008. Estructura y composición vegetal de manglar. pp. 4-32. *En:* Rivera, C. G. *et al.* (Eds.) 2008. Estructura y composición del complejo Manglar-estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Informe final Objetivo 3. Proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en Comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la Bahía Occidental, Jiquilisco, Usulután. Proyecto Mangle/FIAES/UES-ICMARES. San Salvador, El Salvador. 71 pp.

- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2004. Plan de manejo del área natural y humedal bahía de Jiquilisco. UCA Editores. San Salvador, El Salvador 258 pp.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Resolución Nº 14. San Salvador. El Salvador. Disponible en: http://www.csj.gob.sv/leyes.nsf/ef438004d40bd5dd862564520073ab15/4d536bb6cd63d2dc0625743900596c9d?OpenDocument. Consultada el 21 de abril de 2010.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales) & VMDUVIVOU (Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano). 2003. Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas. IBERINSA/EPYPSA. 245 pp.
- Rivera, C. G. 2008. Contribución al manejo sostenible de la pesca artesanal del "punche" (*Ucides occidentalis*) de los manglares del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. pp. 33-48. *En:* Rivera, C. G. *et al.* (Eds.) 2008. Estructura y composición del complejo Manglar-estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Informe final Objetivo 3. Proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en Comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la Bahía Occidental, Jiquilisco, Usulután. Proyecto Mangle/FIAES/UES-ICMARES. San Salvador, El Salvador. 71 pp.
- Rivera, C. G. *et al.* (Eds.) 2008. Estructura y composición del complejo Manglar-estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Informe final Objetivo 3. Proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en Comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la Bahía Occidental, Jiquilisco, Usulután. Proyecto Mangle/FIAES/UES-ICMARES. San Salvador, El Salvador. 71 pp.
- Rivera, C. G. 2009. Diagnóstico socio-económico de ocho Comunidades del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. Proyecto Académico Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador-Asociación Local Mangle para la Mitigación de desastres y el Desarrollo del Bajo Lempa y Bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador. 59 pp.

CAPITULO I
PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DEL SEGUIMIENTO DE CAÍDA DE HOJARASCA EN EL BOSQUE DE MANGLAR

SOFIA GRIMALDI[1], TOMASA DEL CARMEN CUÉLLAR[2] & CARLOS GIOVANNI RIVERA[2]

1. Escuela de Biología 2. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES). Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.

chofagc@yahoo.fr, t.cuellarmartínez@yahoo.es & riveracg@yahoo.com

RESUMEN

Se presenta el estudio de productividad del bosque de manglar a través de caída de hojarasca del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), desarrollado a través de la medición de caída de hojarasca entre los meses de junio 2009 a enero 2010 a través de trampas recolectoras en La Conquista, El Ajalín, El Brujo, El Varal, El Lodo, Las Trompetas, El Cebollal, El Horno, El Rico y El Dorado. La producción de hojarasca fue de 77.76 ton de peso seco ha^{-1}. Las estaciones La Conquista y El Ajalín y los meses diciembre y enero fueron los que presentaron mayor cantidad de hojarasca. En general, las estaciones se presentaron en dos grupos aislados. Los meses de muestreo presentaron una clara estacionalidad. En ambos casos, estaciones y meses, se determinaron diferencias significativas en cuanto a producción de hojarasca (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$). La especie más productiva fue *Rhizophora racemosa* en estaciones (+ 70%) y meses de muestreo (+ 65%). Las hojas fueron el principal aporte a la productividad del ecosistema tanto a nivel espacial como temporal (+ 70%). Se determinó una fuerte correlación entre los vientos y la productividad ($r = 0.89$, $p < 0.05$).

ABSTRACT

We present a study of mangrove forest productivity through litter fall in the Western Sector Jiquilisco Bay (SOBJ), developed by measuring litter production between the months of June 2009 and January 2010 with collectors located at La Conquista El Ajalín, El Brujo, El Varal, El Lodo, Las Trompetas, El Cebollal, El Horno, El Rico and El Dorado. The production of litter was estimated 77.76 tons dry $weight^{-1}.ha^{-1}$. La Conquista and El Ajalín stations and the months December and January presented the most amount of litter. In general, the stations were found in two isolated groups, but five stations showed a strong spatial clustering. The months of sampling showed a clear seasonality. The stations and months showed significant differences in terms of litter production (Kruskal-Wallis, $p <0.05$). The most productive species was *Rhizophora racemosa* in stations (+ 70%) and sampling months (+ 65%). The leaves were the main contribution to ecosystem productivity spatially and temporally (+ 70%). We determined a strong correlation between winds and productivity ($r = 0.89$, $p <0.05$).

Palabras Clave: Manglar, productividad, Caída de Hojarasca, *Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Rhizophora racemosa.*

Key words: Mangrove, productivity, Litterfall, *Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Rhizophora racemosa.*

INTRODUCCIÓN

Los manglares son un grupo de plantas que crecen en la zona intermareal de las latitudes tropicales y subtropicales alrededor del mundo. Sobreviven en condiciones extremas por lo que han desarrollado una serie de adaptaciones morfológicas, biológicas, ecológicas y fisiológicas (Tomlinson, 1986, Jiménez, 1994, Kathiresan & Bingham, 2001).

Estos ecosistemas brindan diversidad de bienes y servicios ambientales (Day *et al.* 1989, Kathiresan & Bingham, 2001, Alongi, 2009). Es ampliamente reconocido que los bosques de manglar son ecosistemas altamente productivos. La caída de hojarasca influye en el ciclo de nutrientes inorgánicos en el piso del bosque y en la exportación de materia orgánica hacia las aguas costeras oceánicas (Yáñez-Arancibia *et al.* 1998).

La materia orgánica derivada de los manglares es de importancia fundamental en la zona costera. Se estima que estos bosques son responsables del 10% de exportación mundial de carbono orgánico particulado y disuelto de la zona costera hacia el océano (Jennerjahn & Ittekkot, 2002, Dittmar *et al.* 2006).

La Bahía de Jiquilisco es el ecosistema de manglar más importante del país, por lo que es de relevancia generar conocimiento científico que contribuya significativamente a esclarecer el aporte del ecosistema, se desarrolló este estudio para determinar la productividad del bosque de manglar a través del monitoreo de la caída de hojarasca.

MÉTODOS

Procedimientos de campo y de laboratorio

Se realizaron colectas mensuales de material vegetal entre los meses de junio 2009 a enero 2010 en las estaciones fijas de La Conquista, El Ajalín, El Brujo, El Varal, El Lodo, Las Trompetas, El Cebollal, El Horno, El Rico y El Dorado. (**Figura 1**).

Para la obtención del material se utilizaron 10 trampas recolectoras de un m^2 cada una, dispuestas en forma de cruz, a razón de seis por cuatro en un área de 100 m^2 en cada estación fija de muestreo (CARICOMP, 2001, **Figura 2**).

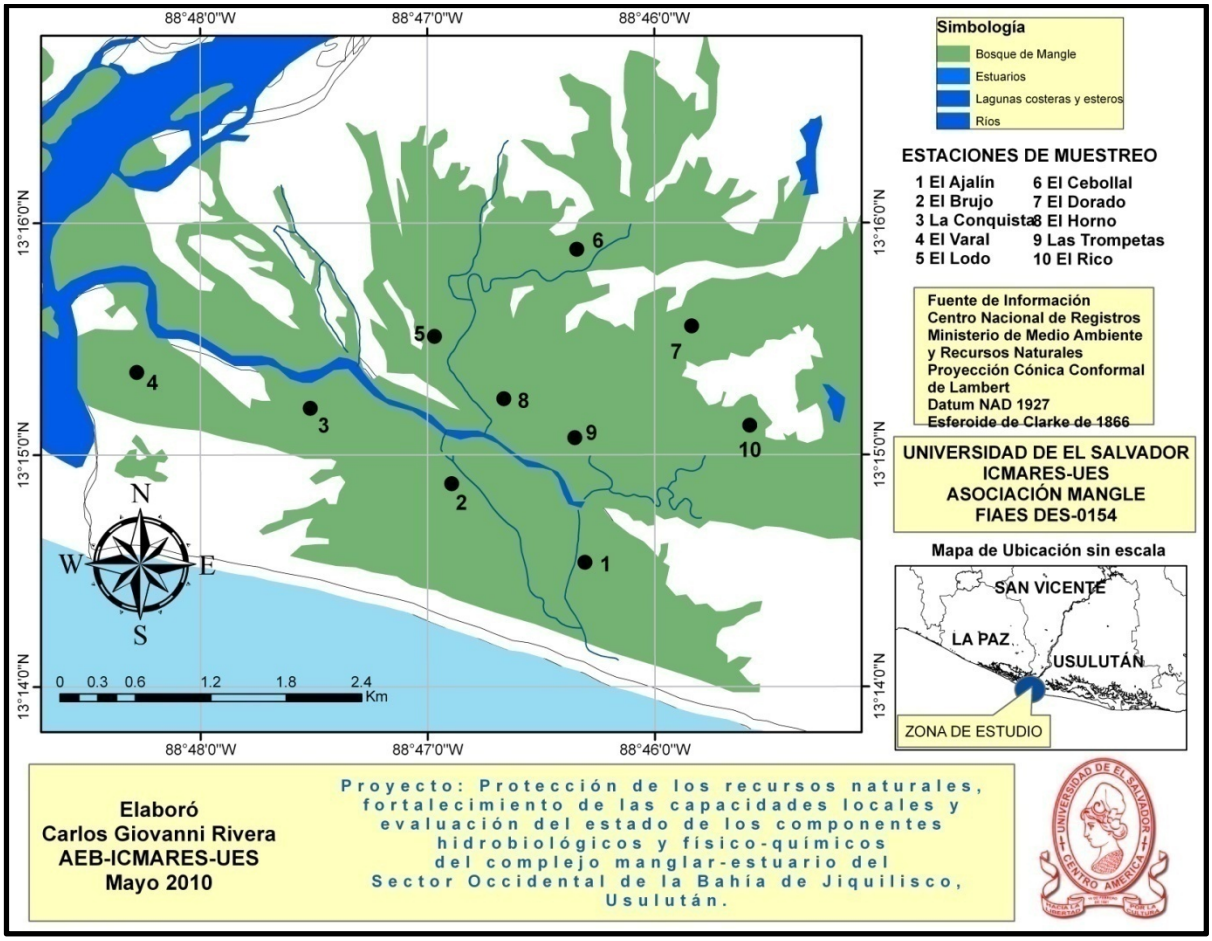


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.
Figure 1. Location map of sampling stations.

Figura 2. Trampas recolectoras de hojas.
Figure 2. Litter collectors.

Las muestras fueron secadas en hornos a una temperatura de 70ºC durante un período de 48 a 72 horas. El material fue separado en sus diferentes componentes (hojas, estípulas, partes reproductoras, misceláneos) y pesado con una balanza semianalítica de 0.1g de precisión.

Análisis de datos

Para la obtención de la caída de hojarasca por estación y mes de muestreo se promediaron los valores obtenidos en las díez trampas recolectoras de cada sitio.

A los datos de caída de hojarasca, se les aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene. Para determinar si hay diferencias significativas en la caída de hojarasca de hojarasca con los meses y estaciones de muestreo, se aplicó la prueba de análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis (no paramétrica). Se calculó el coeficiente de correlación Rho de Spearman para estimar la relación entre la productividad y la temperatura ambiental, humedad relativa, evapotranspiración, velocidad del viento y precipitación.

Se relacionó la caída de hojarasca a nivel espacial y temporal por medio de Dendrogramas jerárquicos y del método de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), obtenidos con distancias euclideas de los datos transformados raíz raíz (Clarke & Warwick, 1994). Las pruebas estadísticas se realizaron de acuerdo con lo estipulado por Ferran (2001) y el nivel de significación fue de α 0.05.

Los análisis se realizaron con los programas estadísticos Statistical Package for The Social Sciences (SPSS) 13 y Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research 6.1 (PRIMER).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Productividad general

Se determinó una productividad promedio diaria de 3.23 g de peso seco m^{-2} ($gPSm^{-2}$) equivalente a un promedio mensual de 97.06 $gPS.m^2$ y a 7.76 ton de peso seco ha^{-1} durante los ocho meses estudiados. Lo que corresponde a 14 877.1 ton de peso seco para las 1 900.16 ha que comprende el bosque de manglar del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ).

El promedio diario de caída de hojarasca registrado en este estudio, es similar con lo estimado para Costa Rica (Fonseca *et al.* 2006) y es mayor que los 2.72 grPS. m^{-2} $día^{-1}$ reportados para la barra de Santiago, El Salvador (Barrera & Núñez, 1988). Así mismo las 7.76 ton de peso seco ha^{-1} estimadas para los ocho meses de estudio son comparables con lo encontrado para el sur oeste de Florida (7.61-8.68 ton $Ha^{-1}año^{-1}$) en un bosque compuesto por *Avicennia germinans, Rhizophora mangle* y *Lumnitziera racemosa* (Twilley *et al.* 1986). Sin embargo en México la hojarasca producida por *Rhizophora mangle* fue de 11 y 12.52 t de peso seco.ha-1.$año^{-1}$ (Day *et al.* 1989, Espinoza *et al.* 1981) y en Australia para *Rhizophora apiculata* fue 11.15 t de peso seco.ha-1.$año^{-1}$ (Bunt, 1982). Cabe destacar que si el estudio de caída de hojarasca en el SOBJ se extendiera durante un año completo es muy probable que el promedio de caída de hojarasca sea similar a los ejemplos antes citados de México y Australia.

Productividad espacial

Las productividades (prom. 970.58 ± 449.44) espaciales del SOBJ que fueron más sobresalientes se registraron en La Conquista y El Ajalín con valores máximos de 2 45 y 2 48 grPS.m^{-2} respectivamente. Con excepción de El Rico y El Horno, el resto de estaciones presentaron valores similares entre si (Figura 3). Se observaron dos agrupamientos aislados, uno de seis y otro de cuatro estaciones en el dendrograma jerárquico (Figura 4). Esta agrupación y las diferencias (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$) entre las estaciones podrían estar relacionada con las condiciones fisiográficas e hidrológicas del sistema, que tienen en última instancia, una relación directa con la estructura y composición vegetal y por ende en la productividad del ecosistema.

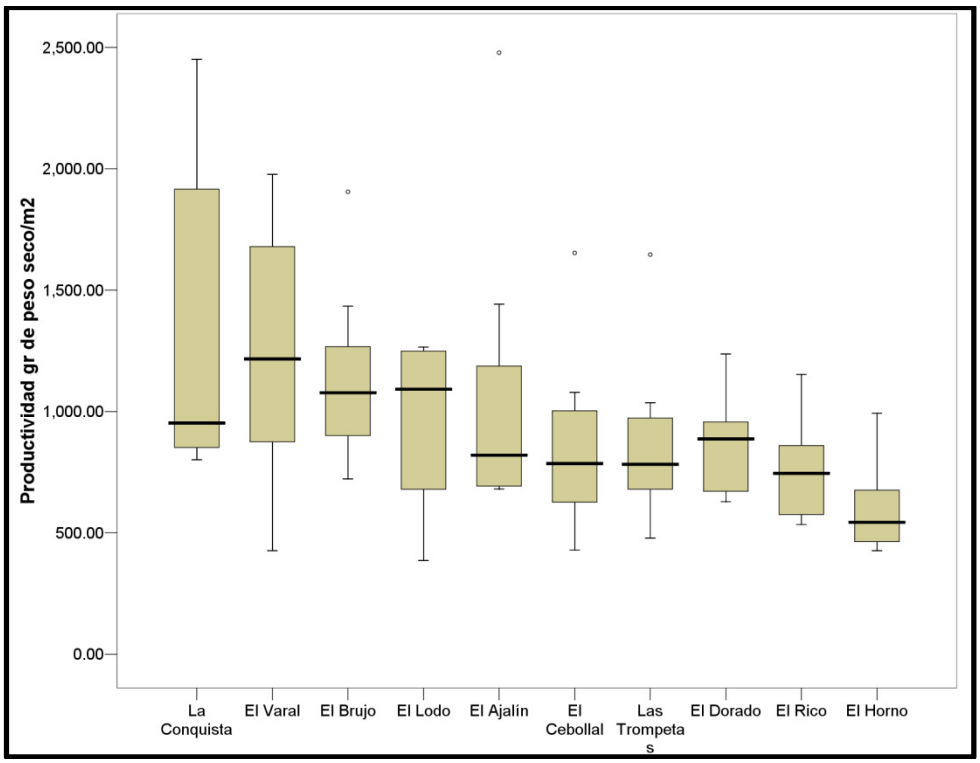


Figura 3. Productividad (gr peso seco.m^{-2}) por estación de muestreo en el SOBJ explicar más la figura.
Figure 3. Productivity (gr weight dry.m^{-2}) by sampling stations in the SOBJ.

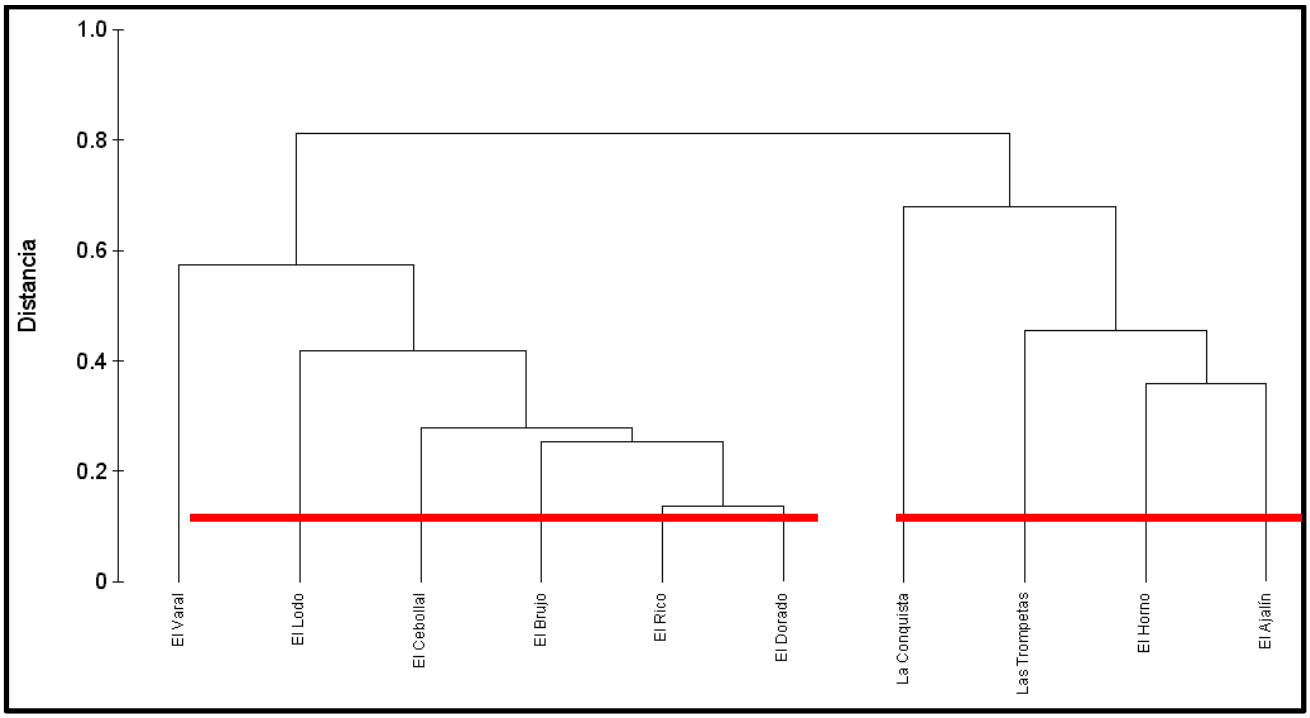


Figura 4. Productividad de estaciones de muestreo con el método de Dendrograma jerárquico en el SOBJ mas explicación.
Figure 4. Productivity of sampling stations by cluster method in the SOBJ

Productividad temporal

A nivel temporal, los meses en donde cayó mayor cantidad de hojarasca fueron diciembre (max. 2 451 gPSm-^{2}) y enero (max. 2 478 gPSm-^{2}). A excepción de esos dos meses, se observó una ligera tendencia de incremento en la época lluviosa (**Figura 5**). En el dendrograma se visualiza un agrupamiento estacional (**Figura 6**), así mismo, se determinaron diferencias significativas entre los meses (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$). Sin embargo se requiere de un período de estudio más largo para establecer claramente las diferencias estacionales.

La caída de hojarasca en diciembre y enero fue favorecida por fuertes vientos nortes, coincidentemente con lo expuesto por Lugo & Snedaker (1974), que propusieron incrementos de producción de hojarasca en los periodos secos y en presencia de vientos.

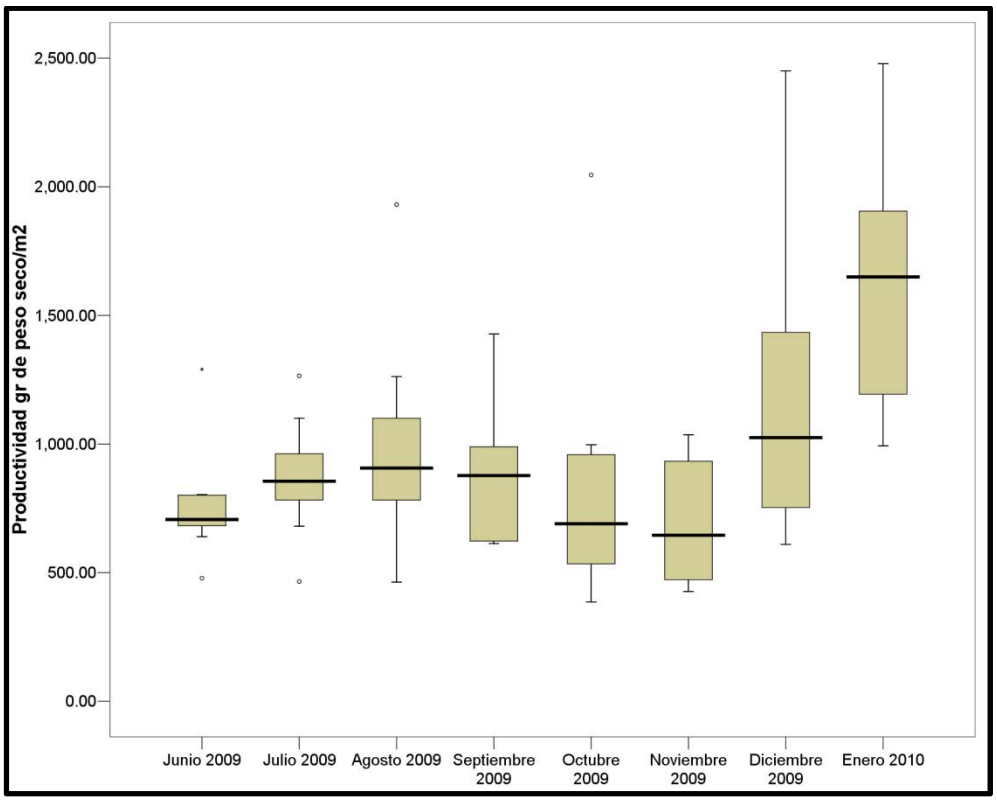


Figura 5. Productividad (gr peso seco.m^{-2}) por mes de muestreo en el SOBJ.
Figure 5. Productivity (gr weight dry.m^{-2}) by sampling months in the SOBJ.

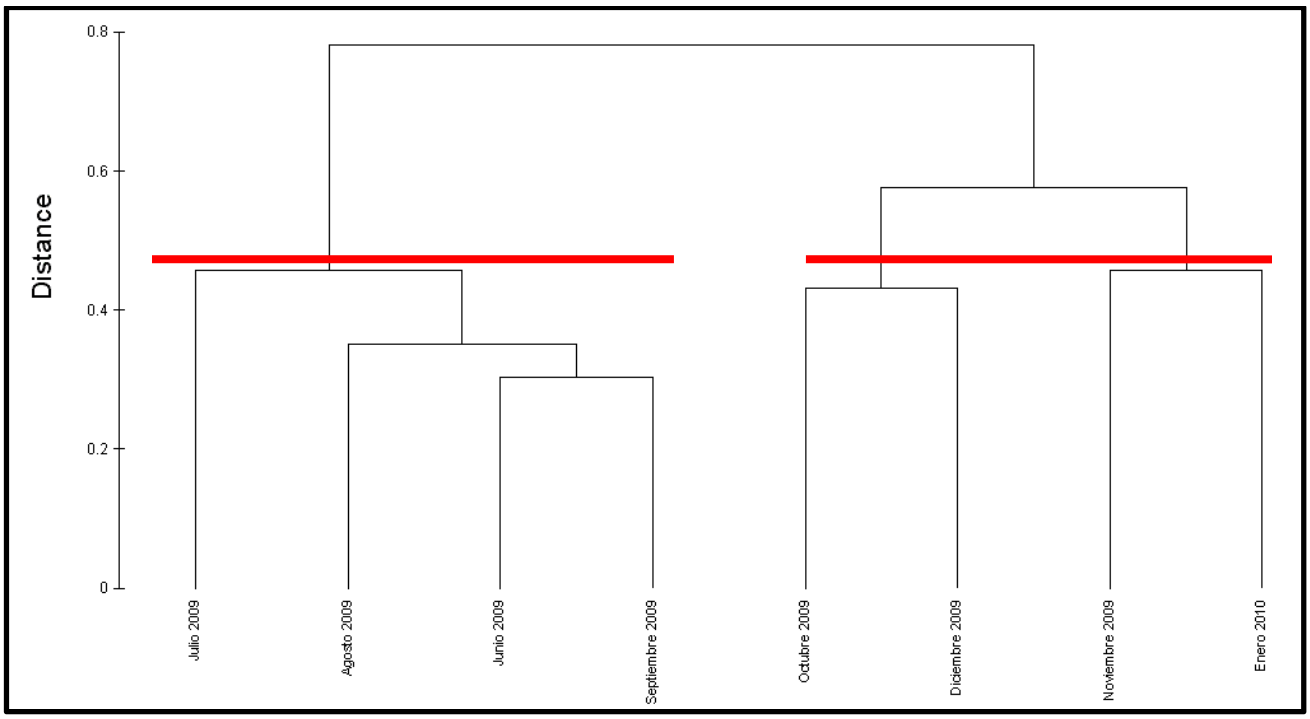


Figura 6. Productividad por meses de muestreo con el método de Dendrograma jerárquico en el SOBJ.
Figure 6. Productivity of sampling months by cluster method in the SOBJ.

Productividad por especies

A excepción de las estaciones La Conquista y El Ajalín, la especie más productiva del SOBJ fue *R. racemosa*. De hecho, contribuyó con más del 80% del material vegetal en El Lodo, El Horno, El Varal, El Dorado y El Brujo y con cerca del 70% en El Rico y Las Trompetas (**Figura 7**). Esta especie también fue la más productiva en todos los meses de este estudio, con aportes que significaron entre el 65 y el 80% del material vegetal (**Figura 8**, Cuadro 1). Tal como ha sido señalado por algunos autores, *R. racemosa* constituye la especie más abundante y dominante en toda la Bahía de Jiquilisco y en el SOBJ (Quezada, 1996, Mariona *et al.* 2008), aportando además, la mayor cantidad de material vegetal, tanto espacial como temporalmente.

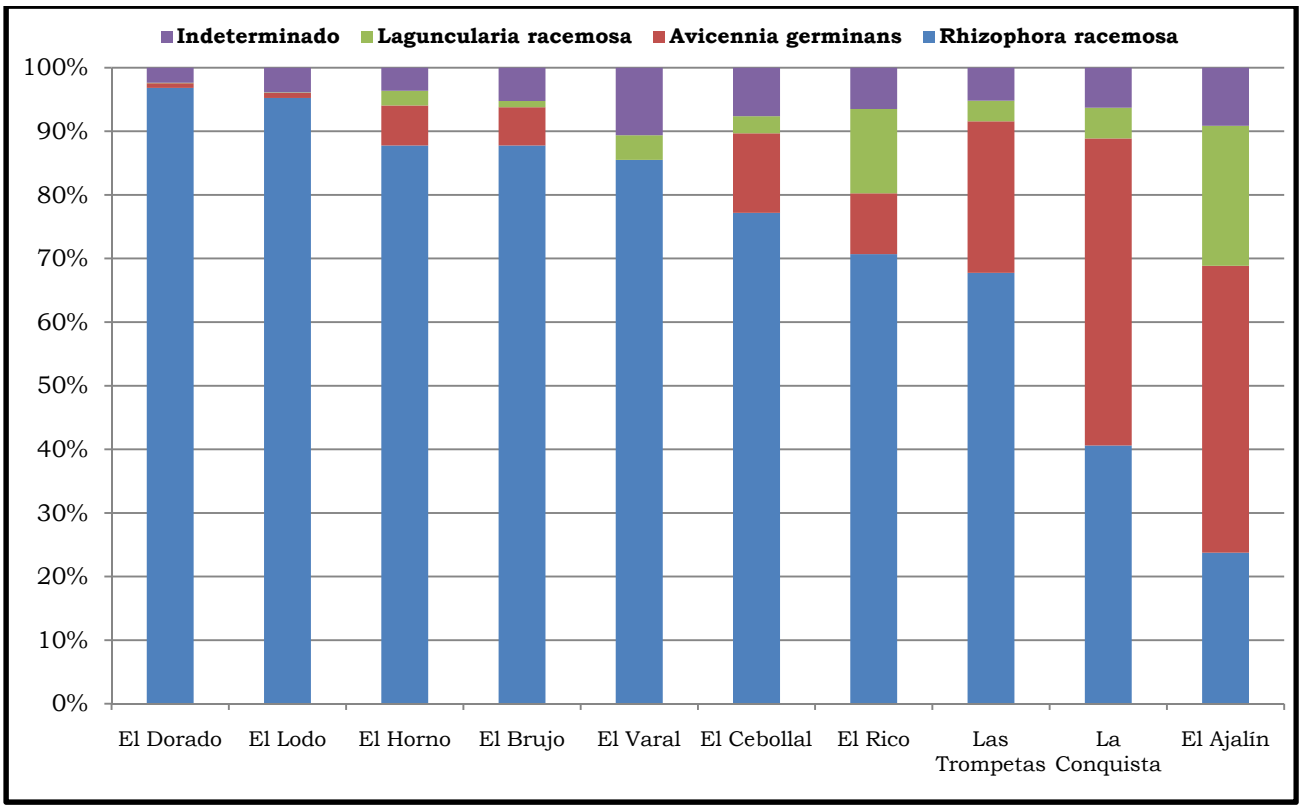


Figura 7. Aportes (%) de material vegetal por especie en las estaciones de muestreo.
Figure 7. Contributions (%) of vegetal material by species in sampling stations.

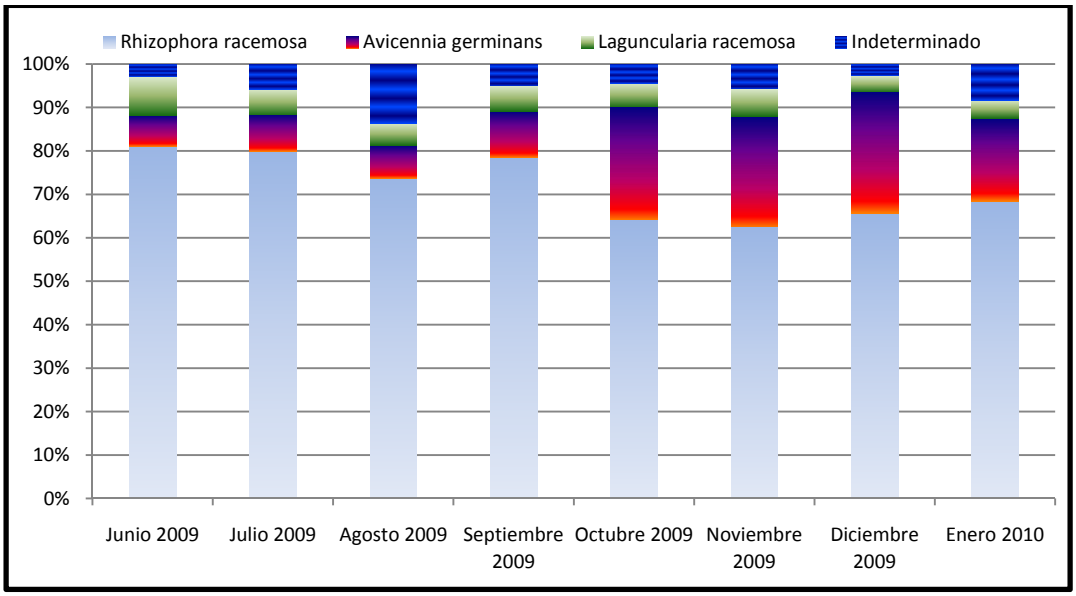


Figura 8. Aportes (%) de hojarasca por especie en los meses de muestreo.
Figure 8. Contributions (%) of litterfall by species in sampling months.

Cuadro 1. Producción mensual (grPSm^{-2}.mes^{-1}) por especie en el SOBJ

Table 1. Month Production (gr PSm^{-2}month^{-1}) by specie in the SOBJ.

Especie	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Total
A. germinans	5.36	7.26	7.44	9.35	21.37	17.41	32.34	30.42	**130.94**
Indeterminado	2.15	5.05	13.58	4.42	3.59	3.94	3.03	13.29	**49.05**
L. racemosa	6.76	5.11	5.11	5.11	4.47	4.38	4.35	6.82	**42.12**
R. racemosa	61.23	69.42	73.50	68.78	52.76	42.93	76.05	109.69	**554.36**
Total	**75.50**	**86.84**	**99.63**	**87.66**	**82.19**	**68.65**	**115.77**	**160.23**	**776.47**

Productividad según los componentes de la hojarasca

Se observó en todas las estaciones de muestreo una marcada superioridad de hojas (+ 70%) en comparación de otros materiales vegetales (Figura 9). Esto coincide con el manglar de Gandoca (Costa Rica), que presentó una alta proporción (74%) de hojas y estípulas (Fonseca *et al.* 2006). Lo que se registró a lo largo de los meses de muestreo, ya que las hojas fueron el componente principal (+ 75%) (**Figura 9**, Cuadro 2). Por lo general, la proporción de hojas producidas en la hojarasca en relación con la hojarasca total puede fluctuar entre del 50% (Cox & Allen, 1999) al 100% (Navarrete & Oliva-Rivera, 2002).

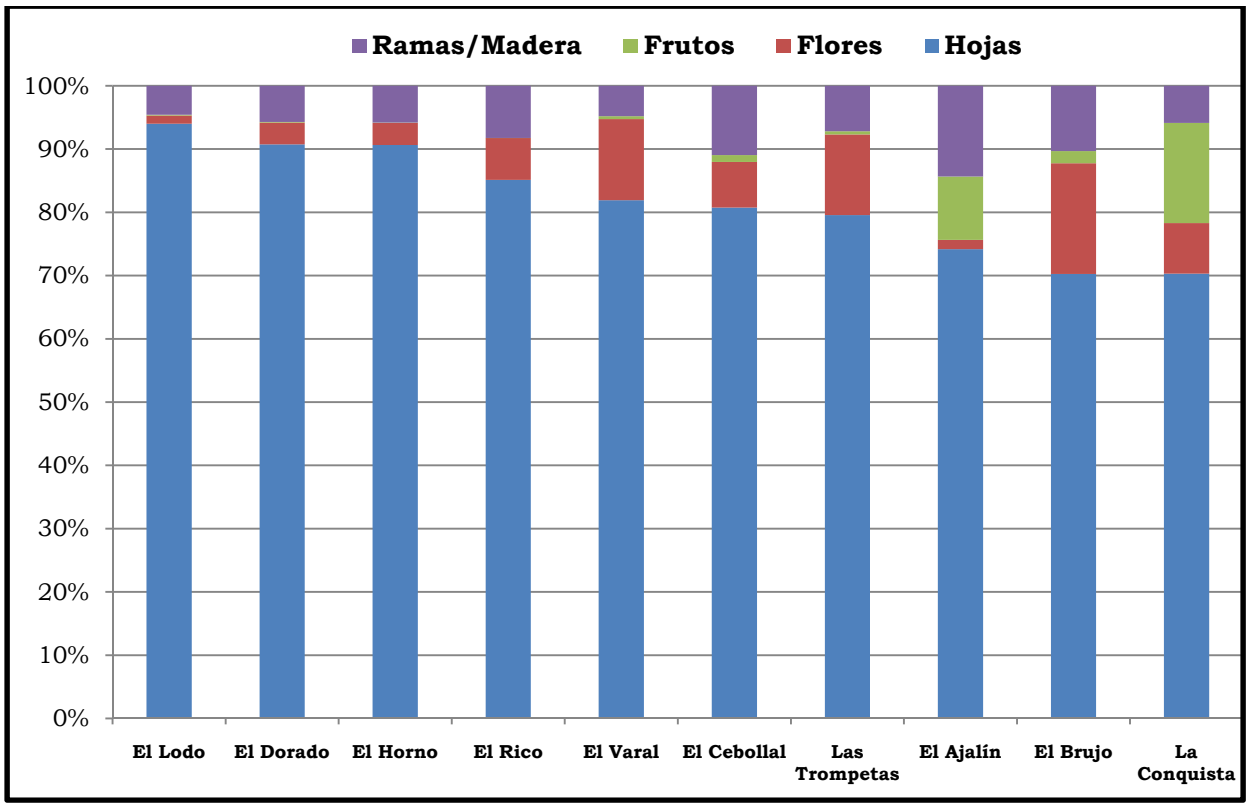


Figura 9. Aportes (%) de categorías vegetales en las estaciones de muestreo en el SOBJ.
Figure 9. Contributions (%) of vegetal material by type in sampling stations in the SOBJ.

Cuadro 2. Producción mensual (gr peso seco.m^{-2}.mes^{-1}) de los componentes de la hojarasca por especie en el SOBJ
Table 2. Month Production (gr peso seco.m^{-2}.mes^{-1}) by litterfall components in the SOBJ

ESTRUCTURA VEGETAL	MESES 2009							2010	
	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Total
Hojas *R. racemosa*	45.0	45.9	51.6	58.9	42.7	34.8	67.4	91.4	**437.7**
Hojas *A. germinans*	5.3	7.3	7.3	7.5	8.9	8.8	17.0	23.9	**86.2**
Hojas *L. racemosa*	6.7	5.1	5.1	4.9	4.2	4.2	4.3	6.8	**41.3**
Flores *R. racemosa*	1.3	1.3	1.1	0.1	0.1	0.2	0.4	12.0	**16.6**
Flores *A. germinans*	0.0	0.0	0.2	0.6	1.6	0.3	2.9	0.6	**6.1**
Flores *L. racemosa*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	**0.1**
Frutos *R. racemosa*	3.9	7.9	7.9	3.7	2.6	0.4	0.2	0.2	**26.7**
Frutos *A. germinans*	0.0	0.0	0.0	1.2	10.8	8.3	12.4	5.9	**38.6**
Frutos *L. racemosa*	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	**0.8**
Ramas/Madera	2.1	5.0	13.6	4.4	3.6	3.9	3.0	13.3	**49.0**
Estípulas *R. racemosa*	11.04	14.21	12.91	6.04	7.3050	7.7160	7.99	6.03	**73.26**
Total	**75.50**	**86.84**	**99.62**	**87.66**	**82.19**	**68.65**	**115.76**	**160.23**	**776.47**

Relación de la productividad con parámetros ambientales

Se determinó que existe una correlación fuerte (r = 0.89, p < 0.05) entre la velocidad del viento y la caída de hojarasca del bosque de manglar. Estos hallazgos son coincidentes con los planteamientos de Lugo & Snedaker (1974), en el sentido de considerar la velocidad del viento como un factor determinante en la producción de hojarasca.

Cuadro 3. Correlación de productividad con variables ambientales en el SOBJ
Table 3. Correlation between productivity and environmental variables in the SOBJ.

Variables	Precipitación	Temperatura	Humedad relativa	Evapotranspiración	Velocidad del viento
Productividad	- 0.121	0.208	-0.381 **	0.117	0.89**

** Significativo (p < 0.05).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ecosistema de manglar del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), aporta gran cantidad de hojarasca que es equivalente a la encontrada en otros ecosistemas de manglar de otros países como Costa Rica y Florida.

La materia orgánica producida por el bosque de manglar es la que se encuentra disponible para gran cantidad de cadenas alimenticias del ecosistema, una de ellas es la de los cangrejos de manglar *Ucides occidentalis* que constituyen un recurso del que dependen más de cien familias del SOBJ, es por ello que es de importancia el fortalecimiento de programas para conservar la cobertura boscosa.

Así mismo se necesita profundizar el estudio de la productividad del manglar para determinar su estacionalidad así como otros factores que podrían afectarla.

AGRADECIMIENTOS

La recolecta de hojarasca fue gentilmente desarrollada por Manuel González, Gonzalo Reyes, Douglas Chica, Dimas Molina, Lisandro Hernández, Cornelio Rubio, Adán Velásquez y Gilberto Lobo, quienes también colaboraron en la construcción de los recolectores de hojarasca. Yader Sageth Ruiz colaboró

activamente en el procesamiento de la hojarasca en el laboratorio. El manuscrito fue enriquecido de manera sustancial por Jorge López Portillo y Carlos Alberto Elías. La información meteorológica fue amablemente proporcionada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales

REFERENCIAS

- Alongi, D. 2009. The energetics of mangrove. Springer. USA. 216pp.
- Alongi, D., B. Clough, A. Robertson, 2005. Nutrient-use efficiency in arid-zone forests of the mangroves Rhizophora stylosa and Avicennia marina. *Aquat. Bot.* (82): 121–131.
- Barrera, M. & B. Núñez. 1988. Producción de detritus de *Rhizophora mangle* en la Barra de Santiago de El Salvador. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador (Tesis de Licenciatura). 60pp.
- Bunt, J. 1982. Studies of mangrove litter fall in tropical Australia, pp. 223-237. In B.F. Clough (Editor), Mangrove ecosystem in Australia: Structure, function and management. ANU Press, Canberra.
- CARICOMP. 2001. Methods Manual- Level I, Level II. Manual of Methods for Mapping and Monitoring of Physical and Biological Parameters in the Coastal Zone of the Caribbean. CARICOMP Data Management Centre,UWI,Mona,Kingston, Jamaica.54 p.
- Clarke, K.R. & R. M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 144 pp.
- Cox, E.F y J.A. Allen. 1999. Stand structure and productivity of introduced *Rhizophora mangle* in Hawaii. Estuaries 22:276-278
- Day, J., C. Hall, W. Kemp & A. Yáñez-Arancibia. 1989. Estuarine ecology. John Wiley & Sons, Inc. Canadá. 432pp.
- Dittmar, T., N. Hertkorn, G. Kattner, & R. Lara. 2006. Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans, *Global Biogeochem. Cycl.* 22, GB2013.
- Espinoza, M., P. Sánchez & E. Muñoz. 1981. Valor energético de los detritos y algunos aspectos de la productividad y degradación de *Rhizophora mangle* en tres zonas del manglar de bahía de la Paz, Baja California Sur. Annual Laboratory Report. Pp. 137 139.

- Ferran, A. 2001. SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill. España. 480 pp.
- Fonseca, A.; J. Cortés y P. Zamora. 2007. Monitoreo del Manglar de Gandoca, Costa Rica (sitio CARICOMP). *Rev. Biol. Trop*. 55 (1): 23-31.
- Jennerjahn, T., & V. Ittekkot. 2002. Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins, *Naturwissenschaften*, 89, 23–30.
- Jiménez, J. 1994. Los Manglares el Pacífico Centroamericano. Editorial Fundación UNA. Heredia, Costa Rica. 336pp.
- Kathiresan, K. & B.L. Bingham. 2001. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. *Adv. In Mar*. Biol. 40. 145 pp.
- Lugo A. y S. Snedaker. 1974. Ecology of mangroves. Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 5: 39-64.
- Mariona, G.; M. Vásquez y J. Segovia. 2007. Estructura y composición de la vegetación de manglar, sector occidental de la bahía de Jiquilisco. 86pp.
- Navarrete, A. y J. J. Oliva-Rivera. 2002. Litter production of *Rhizophora mangle* at Bacalar Chico, Southern Quintana Roo, Mexico. Universidad y Ciencia. 18(26):79-86.
- Quezada, M. 1996. Composición Floristica del Bosque Salado de la Bahía de Jiquilisco del departamento de Usulutan, El Salvador. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología. 75 pp.
- Tomlinson, P.B. 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press. United States of America. 413 pp.
- Twilley, R., A.E Lugo & C. Patterson. 1986. Litter Production and turnover in basin mangrove forest in South-West Florida. *Ecology*. 67:670-683
- Yánez -Arancibia, A., R. Twilley & A. Lara-Domínguez. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global, *Maderas y Bosques,* 4(2):3-19.

RECUADRO 1

Los manglares o bosques salados se encuentran en las zonas estuarinas intermareales, donde hay una combinación de agua dulce y agua salada. Durante su evolución en sitios con influencia marina cuentan con toda una serie de adaptaciones anatómicas y fisiológicas para tolerar las condiciones en las que viven.

El bosque de manglar produce gran cantidad de materia orgánica haciéndolo altamente productivo, siendo esta una razón por la que se favorecen las redes alimentarias del manglar, además exporta materia orgánica hacia la costa.

Es por ello que muchas especies de interés comercial encuentran condiciones propicias para su alimentación y supervivencia. En el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), el bosque de manglar posee una elevada cantidad de hojarasca, similar a la encontrada en otros ecosistemas de manglar de Costa Rica y Florida.

El mangle rojo espigado es el que porporciona la mayor cantidad de hojarasca, ya que es el más abundante en la zona. Además las hojas fueron el mayor componente de materia vegetal encontrado.

La productividad varía durante el año, debido a diferentes factores, en este estudio se encontró una mayor relación con el viento.

Los impactos (naturales o humanos) a estos frágiles ecosistemas, especialmente aquellos que disminuyan su cobertura vegetal, afectarían negativamente la productividad del ecosistema, la cantidad de especies de importancia comercial y otros servicios ambientales, especialmente para las comunidades locales.

CAPITULO II
COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD FITOPLANTÓNICA

TOMASA DEL CARMEN CUÉLLAR & CARLOS GIOVANNI RIVERA

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES).
Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
t.cuellarmartínez@yahoo.es & riveracg@yahoo.com

RESUMEN

En este documento se presentan los resultados del análisis de 96 muestras de plancton, colectadas entre marzo a octubre de 2009 en seis sitios del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, El Salvador. Se determinó la composición y abundancia del fitoplancton destacando las especies potencialmente nocivas. Las muestras fueron colectadas con red de plancton de 20 micras, con la que se estableció el listado de especies, y botella tipo Ruttner para análisis cuantitativos. Se identificaron 127 especies distribuidas en 65 géneros, 34 familias y 15 órdenes. Las divisiones de algas identificadas corresponden a Bacillariophyta (95), Dinophyta (13), Chlorophyta (8), Charophyta (4), Cyanophyta (6), Heterokontophyta (1). Dentro del material estudiado, 18 especies y 15 géneros son nuevos registros para el país y 14 del total de especies encontradas son consideradas en la literatura como potencialmente nocivas. Las diatomeas centrales fueron las más representativas (75.33%) de la comunidad. Las abundancias totales variaron de 1 575 533 células l^{-1} a 3 516 052 células l^{-1}. Se encontraron diferencias significativas entre la abundancia de microalgas y los meses de muestreo (Kruskal Wallis $p<0.05$). La especie de mayor abundancia en casi todos los meses de muestreo y todas las estaciones fue *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen.

ABSTRACT

This paper presents the results of the analysis of 96 plankton samples collected from March to October 2009 at six sites in the Western Jiquilisco Bay, El Salvador. The composition and abundance of the phytoplankton community were determinate and identified potentially harmful species. The samples were collected with plankton net of 20 microns to obtain the species' list and Ruttner type bottle for quantitative analysis. 127 species distributed in 65 genera, 34 families and 15 orders were identified. Algal groups identified correspond to Bacillariophyta (95), Dinophyta (13), Chlorophyta (8), Charophyta (4), Cyanophyta (6), Heterokontophyta (1). 18 species and 15 genera were identified as new to the country and identified 32 potentially harmful species. Central diatoms were the most representative (75.33%) of the community. The total abundances ranged from 1 575 533 cells l^{-1} to 3 516 052 cells l^{-1} There were significant differences between the months and abundance of microalgae (Kruskal-Wallis, $p <0.05$). The most abundant species in almost all sampling months and all stations were *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen.

Palabras Clave: Fitoplancton, Composición, Abundancia, *Aulacoseira,* Jiquilisco, El Salvador.

Key words: Phytoplankton, Composition, Abundance, *Aulacoseira*, Jiquilisco, El Salvador.

INTRODUCCIÓN

El plancton, está formado por los organismos que se mantienen a la deriva o de hábito de vida errante en las masas de agua naturales. En el plancton fotosintético o fitoplancton se agrupan representantes de diferentes divisiones de microalgas.

Las comunidades fitoplantónicas constituyen la unidad básica de producción de materia orgánica en el ecosistema acuático de aguas abiertas. En presencia de nutrientes, el fitoplancton es capaz de acumular energía lumínica solar en forma de compuestos químicos energéticos a través de la fotosíntesis. Así mismo, el oxígeno liberado es utilizado por los organismos acuáticos para su respiración (Infante, 1988).

En el estuario el aporte de las microalgas a la productividad total del ecosistema es bajo, sin embargo, estas son fundamentales para el mantenimiento de la diversidad y abundancia de los niveles tróficos más altos (Kathiresan & Bingham, 2001).

En determinadas condiciones ambientales, las microalgas pueden aumentar sus poblaciones dando lugar a una floración algal (marea roja). Las floraciones algales pueden tener efectos perjudiciales para los seres humanos u otros organismos en el ecosistema: algunas microalgas son productoras de toxinas, otras, debido a su alta biomasa, se asocian a mortandades de peces por disminución del oxígeno disuelto, o causan daños a las branquias de los peces porque producen secreciones que taponan branquias, impidiendo el intercambio gaseoso, de manera que el pez muere por asfixia (Cortés, 2002).

En El Salvador aún son escasas las investigaciones fitoplanctónicas. Pese a que la Bahía de Jiquilisco ha sido uno de los sitios más estudiados, las investigaciones se han enfocado únicamente en la región central de esa franja litoral. La primera contribución corresponde a un inventario de diatomeas realizado por Menjívar (1985). En la década siguiente, Menjívar (1995), Peña (1995), Flores (1996) y Colato (1996) continuaron desarrollando esfuerzos en el mismo sector analizado por Menjívar.

Los grupos abordados por esos autores fueron diatomeas y dinoflagelados (Menjívar, 1995), diatomeas (Peña, 1995), cyanophytas (Flores, 1996, Colato, 1996) y dinoflagelados (Colato, 1996).

La presente investigación pretende dar un nuevo aporte al tema evaluando la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica y destacar las especies potencialmente nocivas en el sector occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ).

MÉTODOS

Recolecta de muestras y procedimientos de laboratorio

Se obtuvieron 96 muestras de agua estuarina en colectas mensuales durante marzo a octubre de 2009 en seis estaciones de muestreo: La Bocana, Montecristo, Varal, Conquista, Ajalin y Tirana (**Figura 1**).

El fitoplancton fue colectado utilizando una red de plancton de 20 μm de abertura de malla y 33 cm de diámetro de boca. Se llevó a cabo un arrastre vertical (Reguera, 2002), así mismo se utilizó una botella oceanográfica tipo Ruttner con la que se extrajo una muestra de 1 litro a nivel superficial de la columna de agua. Las muestras fueron preservadas en formol al 5 % (Boltovskoy, 1995).

Las muestras obtenidas con la botella Ruttner fueron utilizadas para el conteo de las especies haciendo uso de la metodología descrita por Semina (1978). Las muestras de red se utilizaron para generar un listado de las especies encontradas. Para ello se realizaron observaciones en microscopio compuesto de luz hasta aumentos de 1500X.

La clasificación taxonómica se realizó hasta llegar al nivel taxonómico más bajo posible, con la ayuda de la siguiente literatura: Tomas (1997), Cupp (1943), Balech (1988), UNESCO (2009), Pasztaleniec & Poniewozick (2004). Algunas especies fueron corroboradas por especialistas de la Universidad Autónoma de México, Universidad del Mar campus Puerto Ángel (México) y la Universidad Nacional de Colombia sede Amazonía.

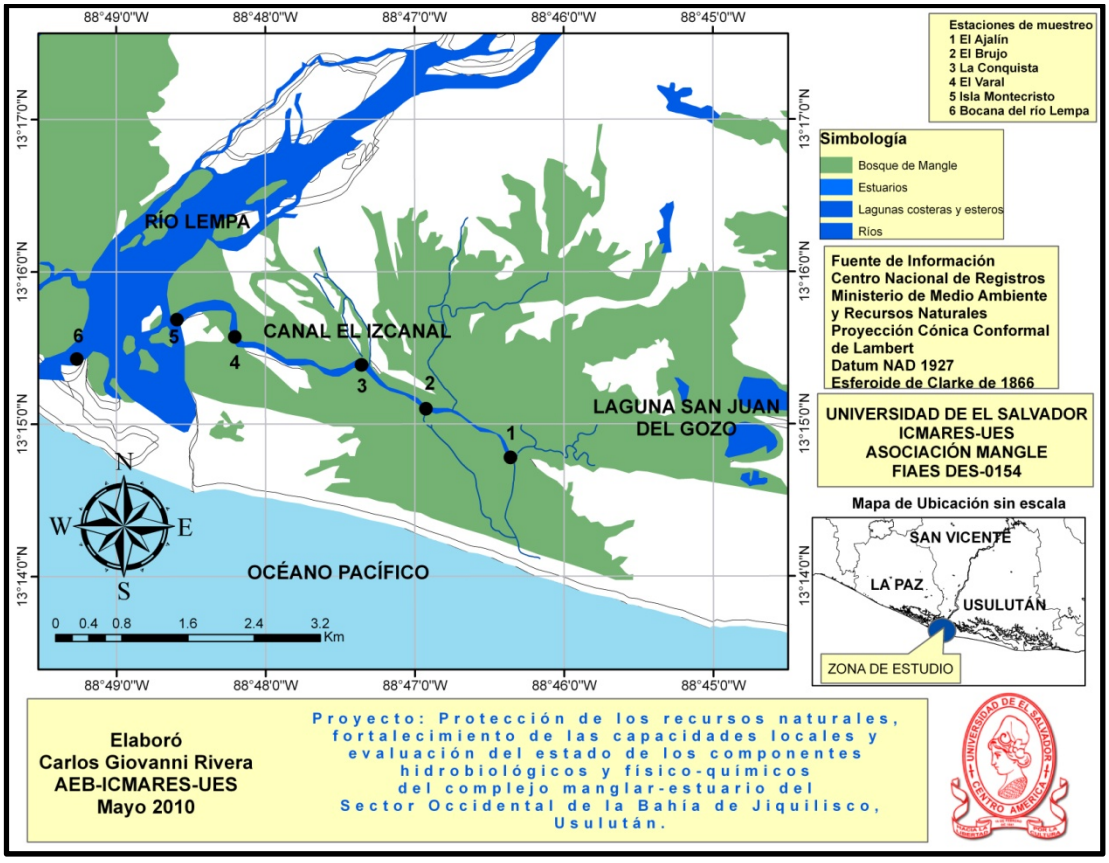


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.
Figure 1. Location map of sampling stations.

Análisis de los datos

Con los datos de las muestras de botella se obtuvieron la distribución de frecuencias, abundancia absoluta y relativa de las especies y de las agrupaciones supra-genéricas por mes y por estación de muestreo.

Se determinaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'), riqueza de Margalef (d), uniformidad de Pielou (J') y predominio de Simpson (1-λ) mensuales.

Se eliminaron del análisis las especies con abundancias inferiores al 10% para obtener la matriz de similaridad por el método de Bray-Curtis y se llevaron a cabo análisis de clasificación por Dendrogramas jerárquicos y de ordenación espacial con el método de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) (Clarke y Warwick, 1994).

A las abundancias resultantes de las muestras obtenidas con botella Ruttner se les aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene y la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Para determinar las diferencias

significativas de las abundancias de acuerdo con los meses de muestreo se aplicó la prueba de análisis de varianza por rangos de Kruskall-Wallis (no paramétrica). Posteriormente se realizó la prueba de Wald-Wolfowitz para verificar diferencia significativa entre las época seca y lluviosa. El nivel de significancia asumida fue de α 0.05 (Ferran, 2001).

Los análisis se realizaron con los programas estadísticos Statistical Package for the Social Sciences 13 (SPSS) y Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research 6.1 (PRIMER).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición taxonómica

Se identificaron 127 especies distribuidas en 65 géneros, 34 familias y 15 órdenes. La división Bacillariophyta fue la más representativa con 95 especies, seguida por la Dinophyta con 13 especies, Chlorophyta con 8, Charophyta con 4 especies, Cyanophyta con 6 y Heterokontophyta 1 especie. Con base al material estudiado se reportan 18 especies y 15 géneros como nuevos registros para el país así como 14 especies potencialmente nocivas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Lista de especies encontradas en el SOBJ
Table 1. List of species found in the SOBJ.

División	Orden	Familia	Género y especie
Bacillariophyta	Biddulphiales	Asterolampraceae	*Asteromphalus flabellatus* (Brévisson) Greville
		Eupodiscaceae	*Odontella aurita* (Lyngbye) C. Agardh
			O. longicruris (Greville) Hoban
			O. mobiliensis (J. W Bailey) Grunow
			O. sinensis (Greville) Grunow
			Triceratium alternans J. W. Bailey
		Melosiraceae	*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen 1,2
			Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve
			Stephanopyxis turris (Greville) Ralfs ex Pritchard
		Chaetocerotaceae	*B. furcatum* Shadbolt
			B. hyalinum Lauder
			Bacteriastrum delicatulum Cleve
			Chaetoceros affinis Lauder
			Ch. cf. *brevis* Schütt

Continuación Cuadro 1.
Continue Table 1.

División	Orden	Familia	Género y especie
Bacillariophyta	Biddulphiales	Chaetocerotaceae	*Ch. compressus* Lauder
			Ch. constrictus Gran **2**
			Ch. costatus Pavillard **2**
			Ch. curvisetus Cleve ♣
			Ch. danicus Cleve
			Ch. decipiens Cleve
			Ch. didymus C. G. Ehrenberg
			Ch. diversus Cleve
			Ch. laciniosus Schütt
			Ch. lorenzianus Grunow ♣
			Ch. peruvianus Brightwell
			Ch. pseudocurvisetus Mangin
			Ch. sp.
		Heliopeltaceae	*Actinoptychus campanulifer* A.W.F. Schmidt
			A. senarius (Ehrenberg) Ehrenberg
		Coscinodicaceae	*Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg
			C. centralis Ehrenberg ♣
			C. gigas Ehrenberg
			C. radiatus Ehrenberg
			C. sp.
		Biddulphiaceae	*Climacodium frauenfeldianum* Grunow
			Hemiaulus haucki Grunow ex Van Heurck
			Eucampia zodiacum Ehrenberg
			Terpsinoë sp. **1**
		Leptocylindraceae	*Corethron histrix* Hensen
			Leptocylindrus danicus Cleve ♣
		Lithodesmiaceae	*Ditylum brightwellii* (T. West) Grunow
			Lithodesmium undulatum Ehrenberg
		Rhizosoleniaceae	*Guinardia delicatula* (Cleve) Hasle ♣
			G. flaccida (Castracane) Peragallo
			G. striata (Stolterfoth) Hasle
			Proboscia alata Sundström (Brightwell) ♣
			Rhizosolenia bergonii H. Peragallo
			R. fragilissima Bergon **2**
			R. hebetata J.W. Bailey
			R. imbricata Brightwell

Continuación Cuadro 1.
Continue Table 1.

División	Orden	Familia	Género y especie
Bacillariophyta	Biddulphiales	Rhizosoleniaceae	*R. pungens* var. *setigera* Brightwell ♣
			R. pungens Cleve-Euler ♣
			R. stilyformis Brightwell
			R. stolterfothii H. Peragallo
			R. sp.
		Thalassiosiraceae	*Cyclotella stylorum* Brightwell
			Lauderia annulata Cleve
			Skeletonema costatum (Greville) Cleve
			Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve
			T. subtilis (Ostenfeld) Gran
			T. sp1.
			T. sp2.
			T. sp3.
		Auriculaceae	*Campylodiscus* sp. **1**
			Surirella sp.
	Bacillariales	Bacillariaceae	*Bacillaria paxillifer* (O.F. Müller) Hendey
			Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin
			Fragilariopsis sp. **1**
			Nitzschia angularis W. Smith
			N. longissima (Brébisson in Kützing) Ralfs
			N. lorenziana Grunow **2**
			N. sigma (Kützing) W. Smith
			N. sp.
		Bacillariaceae	*Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle ♣
			Pseudo-nitzschia sp.
			Pseudosolenia calcar avis (Schultze) Sundström ♣
		Lyrellaceae	*Petroneis humerosa* (Brébisson ex W. Smith) A.J. Stickle & D.G. Mann **2**
			Pleurosigma angulatum (Queckett) W. Smith
			Gyrosigma sp. **1**
			G. cf scalproides (Rabenhorst) Cleve **1**,**2**
			Meuniera membranaceae Cleve P. C. Silva
			Navicula directa (W. Smith) Ralfs **2**
			N. sp1.
			N. sp2.
			N. sp3.
			N. sp4.
			Diploneis sp.

Continuación Cuadro 1.
Continue Table 1.

División	Orden	Familia	Género y especie
Bacillariophyta	Bacillariales	Entomoneidaceae	*Entomoneis alata* (Ehrenberg) Ehrenberg
		Cymbellaceae	*Amphora sp.*
		Achnanthaceae	*Cocconeis scutellum* Ehrenberg
		Fragilariaceae	*Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing
			Licmophora sp. **1**
			Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Tempere & Peragallo
			T. nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky
		Rhaphoneidaceae	*Delphineis* sp.
Dinophyta	Dinophysiales	Dinophysiaceae	*Dinophysis caudata* Saville Kent ♣
	Gonyaulacales	Ceratiaceae	Ceratium furca (Ehrenberg) Clapárede Lachmann
			C. fusus (Ehrenberg) Dujardin
			C. tripos (O. F. Müller) Nitzsch
		Gonyaulaceae	*Gonyaulax poligramma* Stein
			Lingulodinium polyedra Stein Dodge ♣
	Peridiniales	Protoperidiniaceae	*Protoperidinium conicum* (Gran) Balech
			P. divaricatum (Meunier) Balech
			P. oceanicum (VanHöffen) Balech
			P. pellucidum Bergh ex Loeblich Jr. & Loeblich III
			P. sp.
	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	*Gymnodinium* sp.
	Prorocentrales	Prorocentraceae	*Prorocentrum micans* C.G. Ehrenberg
Charophyta	Zygnematales	Desmidiaceae	*Hyalotheca* sp. **1**
			Staurastrum cf. leptocladum Nordstedt **1**,**2**
			Staurastrum sp. **1**
		Zygnemataceae	*Spirogyra* sp. **1**
Chlorophyta	Chlorococcales	Hydrodictyaceae	*P. duplex* Meyen **1**,**2**
			P. simplex Meyen **1**,**2**
	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	*Coelastrum pulchrum* Schmidle **1**,**2**
			Scenedesmus javanensis Chodat **1**,**2**
			Scenedesmus sp. **1**
	Volvocales	Volvocaceae	*Eudorina elegans* Ehrenberg **1**,**2**
			Eudorina sp. **1**
			Eudorina unicocca G. M Smith **1**,**2**
Cyanophyta	Nostocales	Nostocaceae	*Dolichospermum circinalis* (Rabenhorst ex Bornet et Flahault) **2**,♣
			Dolichospermum sp.
	Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	*Pseudoanabaena* sp. **1**

Continuación Cuadro 1.
Continue Table 1.

División	Orden	Familia	Género y especie
Cyanophyta	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Lyngbya* sp.
			Oscillatoria sp.
			Oscillatoria tenuis Agardh **2** ♣
Chromophyta	Dictyochales	Dictyochaceae	*Dictyocha fibula* Ehrenberg **1**,**2** ♣

1 Nuevos registros de géneros
2 Nuevos registros de especies
♣ Especies potencialmente nocivas

Abundancia

Las Bacillariophytas o diatomeas fueron las más abundantes (75.33%) (de las cuales las diatomeas centrales representaron el 72.29% del total), las Cyanophytas el 24.53%, otros grupos de menor abundancia como las Dinophytas, Chrysophytas y Chlorophytas representaron en conjunto el 0.14% de la población (**Figura 2**).

La predominancia de las diatomeas sobre otros grupos del fitoplancton ha sido documentado similarmente en los estuarios de los ríos Formosa (Silva *et al.* 2009) e Iguarassu (Leão *et al.* 2008), la Bahía de Juagará en Brasil (Paiva *et al.* 2006), el Golfo de Nicoya en Costa Rica (Brugnoli & Morales, 2001) y el estuario de New Port en Carolina del Norte, Estados Unidos (Tester *et al.* 1995).

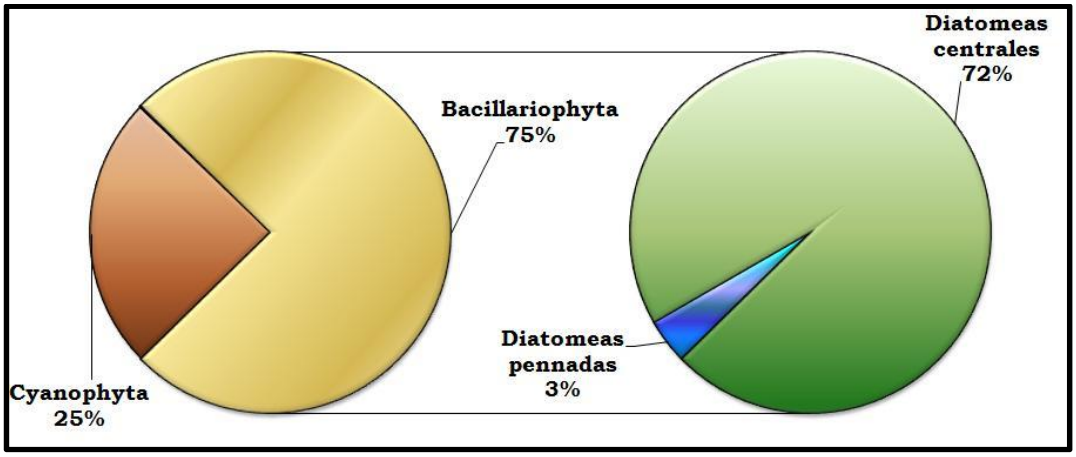


Figura 2. Proporción de los grupos del fitoplancton en el SOBJ.
Figure 2. Proportion of the phytoplankton groups in the SOBJ.

Las Bacillariophytas fueron generalmente las más abundantes durante todo el estudio, salvo en algunas estaciones de muestreo donde predominaron las Cyanophyta. Por ejemplo, en la Bocana en el mes de agosto (68.94%); en Montecristo durante mayo (58.47%) y julio (52.48%); el Varal en agosto (51.76%); la Conquista y el Brujo en abril con el 92.1% y 71.62% respectivamente; en el Ajalin en los meses de abril (82.92%) y mayo (60.53%) (**Figura 3**).

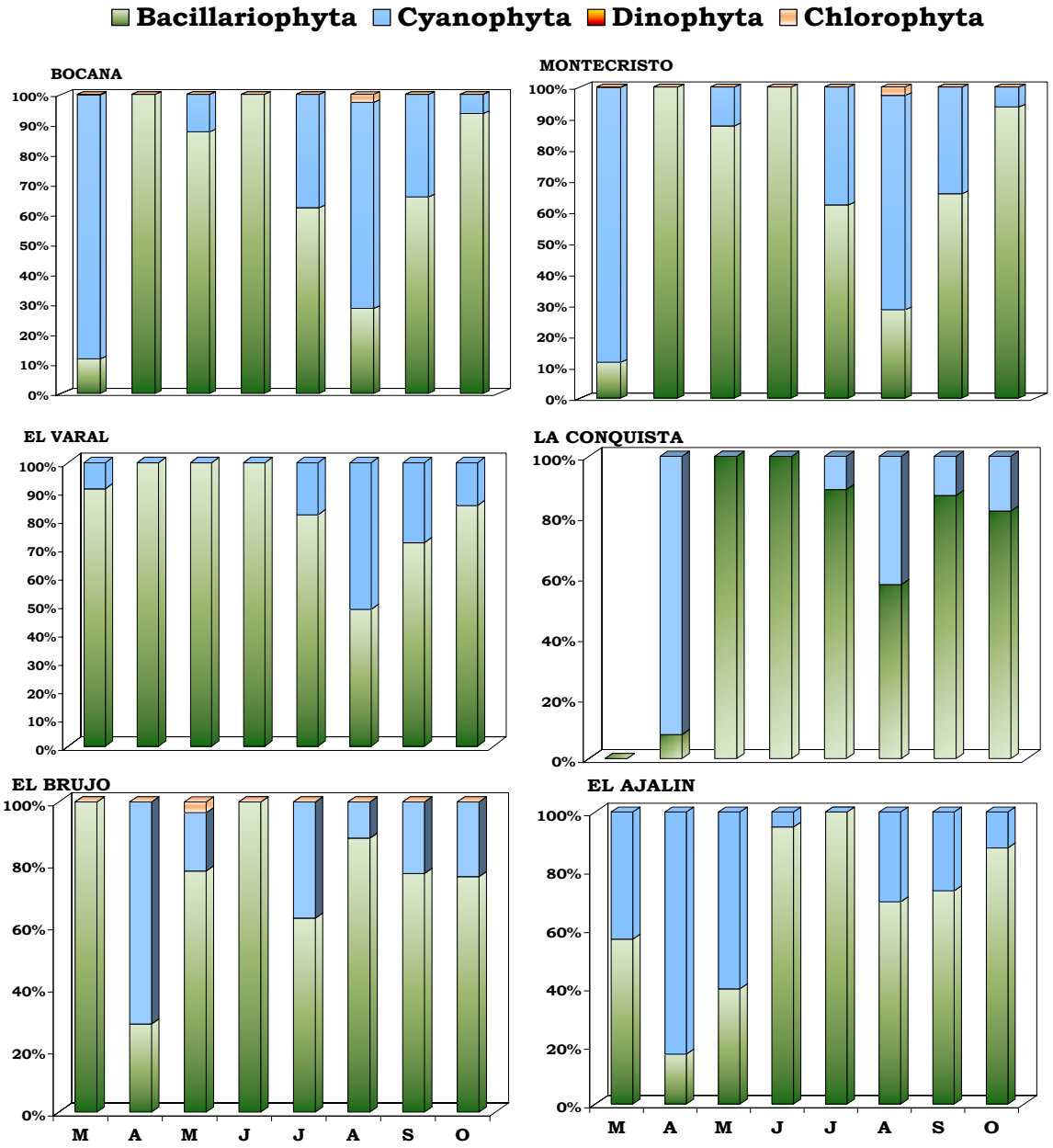


Figura 3. Abundancia y composición mensual y espacial del fitoplancton en el SOBJ.
Figure 3. Abundance and composition by month and station of sampling phytoplankton in the SOBJ.

Abundancia y composición temporal del fitoplancton

Las menores abundancias se registraron en marzo (533 726 células l^{-1}), abril (634 521 células l^{-1}) y mayo (879 198 células l^{-1}), durante la época seca, transicional seca - lluviosa y el inicio de la época lluviosa.

La abundancia de microalgas aumentó notablemente en la época lluviosa (**Figura 4**), aparejado al incremento del caudal del río Lempa producto del aumento de precipitación pluvial. La dinámica del estuario se vería afectada por el flujo hídrico magnificado (Leão *et al.* 2008), con gran cantidad de materia orgánica particulada y nutrientes, promoviendo el crecimiento de las poblaciones del fitoplancton.

El análisis de varianza de Kruskall Wallis por rangos mostró diferencias significativas en las abundancias mensuales de microalgas a lo largo del estudio, así mismo con la prueba de Wald – Wolfowitz se verificó la diferencia significativa entre la época seca y la lluviosa ($p<0.05$).

En el mes de marzo (época seca) la especie más abundante fue *Leptocylindrus danicus* (116 101 células l^{-1}). Cassis *et al.* (2002), caracteriza a esta especie como de hábitat marino. En los meses subsiguientes *Aulacoseira granulata* fue la más abundante, llegando a representar alrededor del 50% de la cantidad de microalgas en los meses de mayo, julio, agosto y septiembre. En junio representó el 94% del total alcanzando una abundancia de 1 798 218 células l^{-1} (**Figura 5**).

A diferencia de *L. danicus*, *A. granulata* es una especie de hábitat límnico (Cassis *et al.* 2002), típica de grandes ríos (Mirande *et al.* 2009). Esto evidencia la influencia del río Lempa en el estuario durante la época lluviosa.

Así mismo *A. granulata* es una especie estratega-R, (Reynolds 2006), capaz de sobrevivir en ecosistemas turbulentos sometidos a cambios en la calidad de luz (León y Chalar, 2003). Ha sido encontrada como especie dominante en el embalse de Salto Grande en Argentina- Uruguay (León y Chalar, 2003) y en el Río Negro de Uruguay (Pérez, 2002). Al igual que en esos ecosistemas el Sector Occidental de la Bahía de

Jiquilisco presenta bajos niveles de transparencia en el agua.

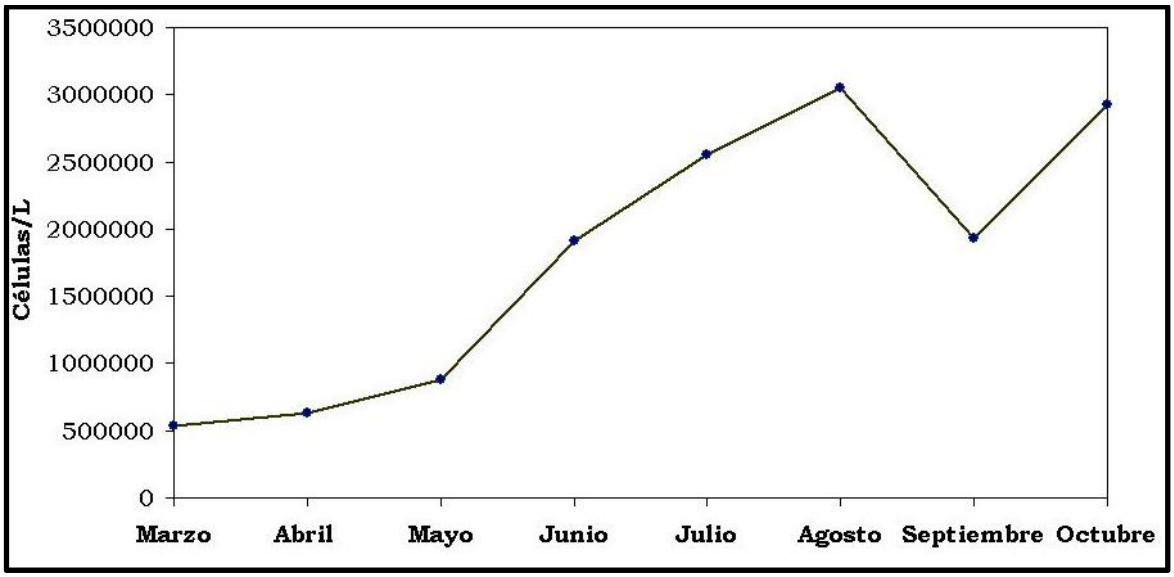


Figura 4 Abundancia del fitoplancton (células L^{-1}) en los meses de muestreo.
Figure 4 Abundance of phytoplankton (cell L^{-1}) in the sampling months.

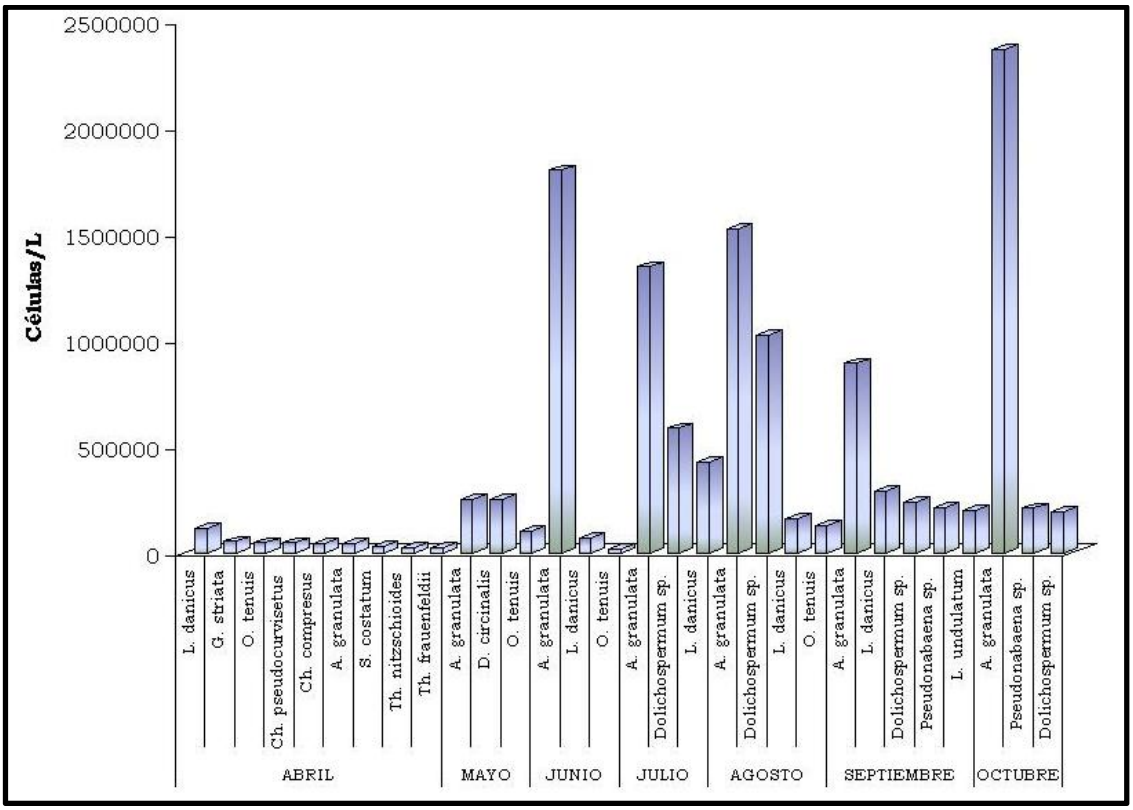


Figura 5. Variación mensual de las microalgas más abundantes.
Figure 5. Months variation of the most abundant microalgae.

Análisis de similitud temporal.

De acuerdo al análisis de similitud de los meses de muestreo en el Dendrograma se observa un agrupamiento de los meses correspondientes a la época lluviosa (junio a octubre), abril y mayo forman un segundo grupo que corresponde a la etapa inicial de la época lluviosa y marzo en cambio se diferencia del resto debido a que pertenece a la época seca (**Figura 6**).

Los meses que presentaron un agrupamiento más compacto fueron septiembre-octubre y julio-agosto. Los meses de marzo, abril y mayo se alejan entre sí, estas diferencias probablemente se deban a la precipitación, ya que el agrupamiento es mayor en la época lluviosa. (**Figura 7**).

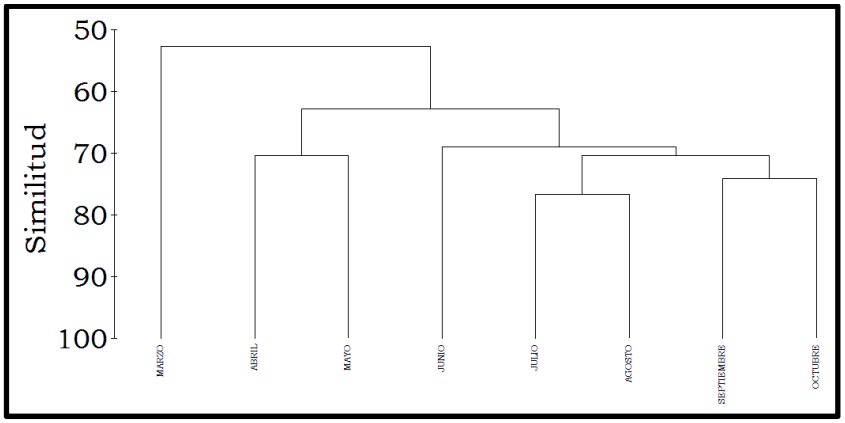


Figura 6. Dendrograma de los meses de muestreo.
Figure 6. Cluster of the sampling months

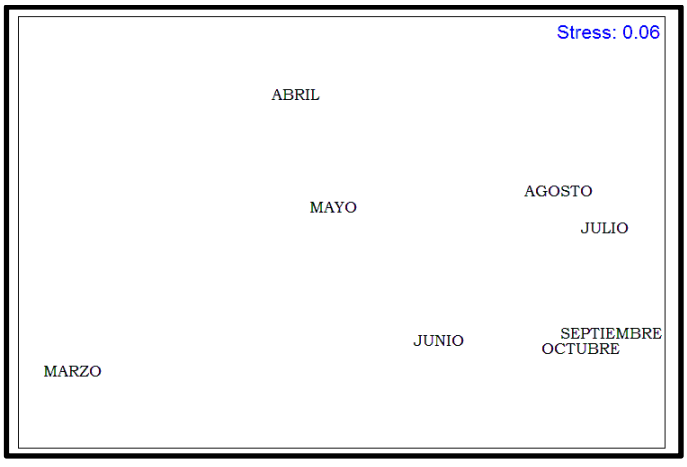


Figura 7. nMDS de los meses de muestreo.
Figure 7. nMDS of the sampling months.

Abundancia y composición espacial del fitoplancton

Con respecto a la relación de abundancia total del fitoplancton entre las estaciones de muestreo, se observó un patrón de incremento desde la parte interna del canal el Izcanal hacia la Bocana del río Lempa (**Figura 8**), sitio donde se determinó la mayor abundancia (3 516 052 células l^{-1}).

Probablemente algunos de los factores incidentes en la distribución de la abundancia de microalgas en el área de estudio sean la fuerza de las mareas y la acción de las corrientes estuarinas, que en marea alta empujan los nutrientes acarreados por el río Lempa hacia el interior del canal el Izcanal, mientras que en marea baja son recirculados los sedimentos y microalgas en dirección inversa.

La resuspensión de sedimentos provoca disminución de la transparencia del agua (Cloern, 1987) y facilita que *A. granulata* se regenere desde los sedimentos en óptimas condiciones (Reynolds, 2006) y domine en la mayoría de las fechas de muestreo y de las estaciones muestreadas (**Figura 9**).

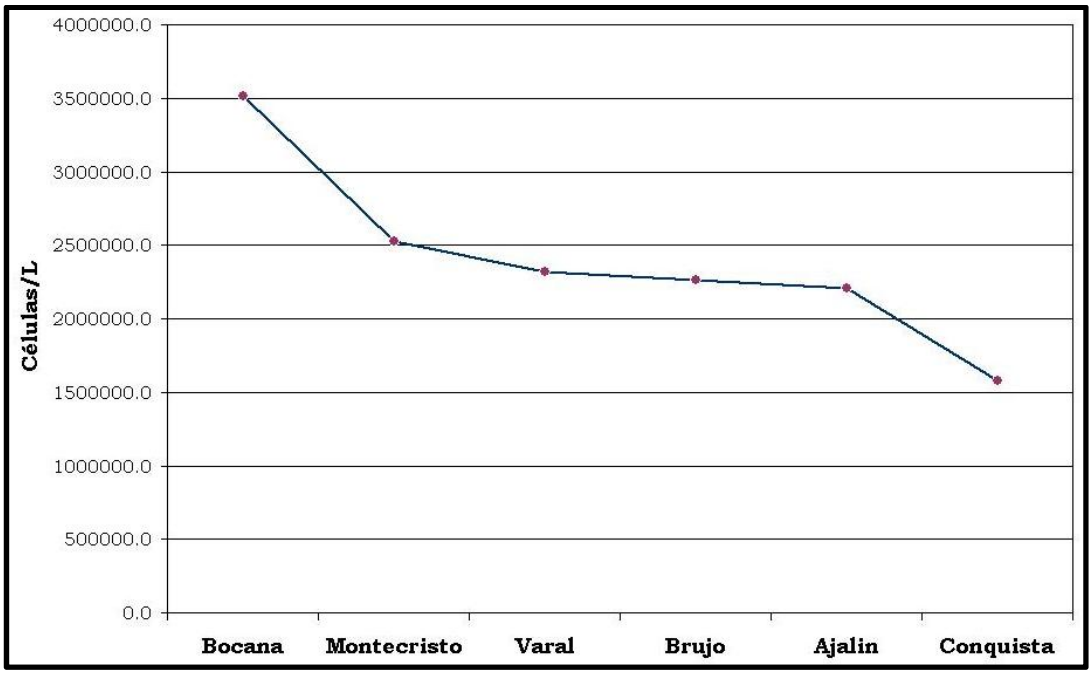


Figura 8. Abundancia total del fitoplancton en las estaciones de muestreo en el SOBJ.
Figure 8. Total abundance of phytoplankton in the sampling stations in the SOBJ

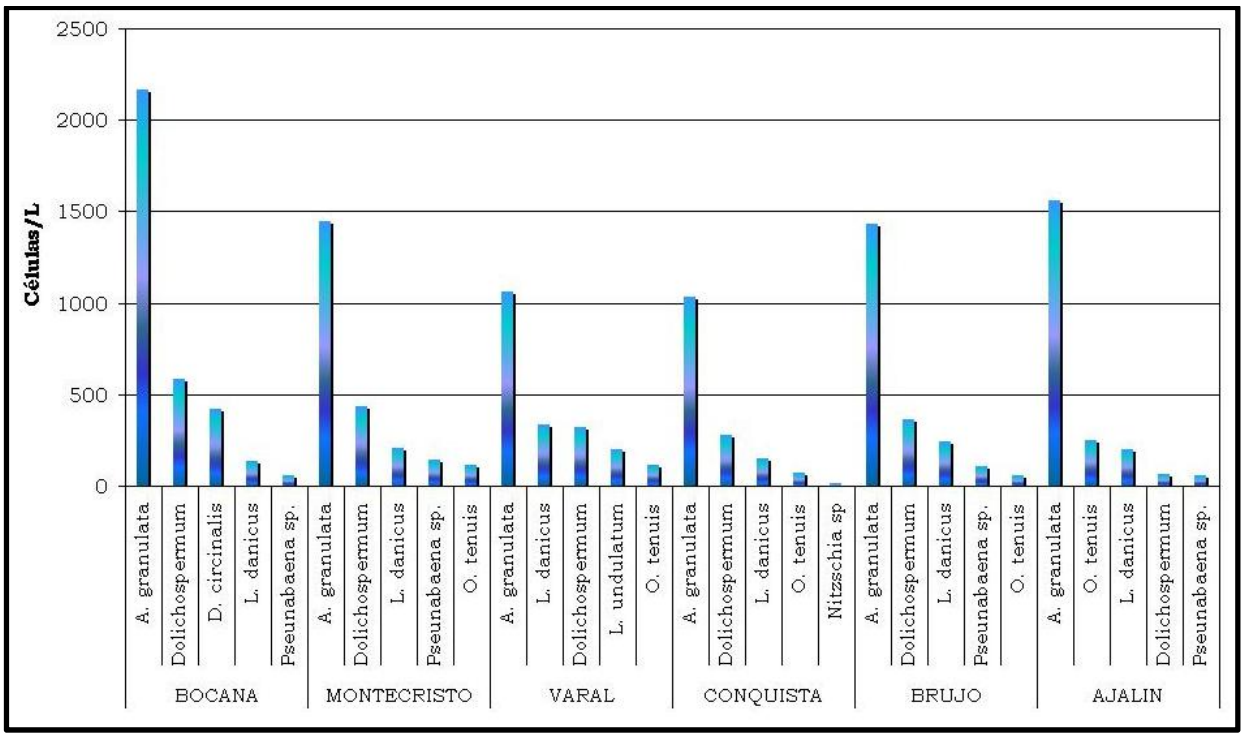


Figura 9. Microalgas de mayor abundancia en las estaciones de muestreo.
Figure 9. The most abundante microalgae in the sampling stations.

Las condiciones lumínicas desfavorables y el patrón de circulación de sedimentos en el ecosistema dificultan el desarrollo de otras especies fitoplanctónicas no adaptadas a tales condiciones. Por ejemplo la segunda especie más abundante, *Anabaena* sp., comparte la adaptación fisiológica de *A. granulata* al ser una especie estratega-R (Reynolds, 2006).

Análisis de similitud espacial del fitoplancton

El análisis de la similitud del fitoplancton entre las estaciones de muestreo señala que la Bocana del río Lempa se separa de las estaciones ubicadas en el interior del canal el Izcanal (**Figura 10**). Algunas diferencias entre las estaciones interiores del Izcanal pueden deberse a variaciones hidrológicas y topográficas locales.

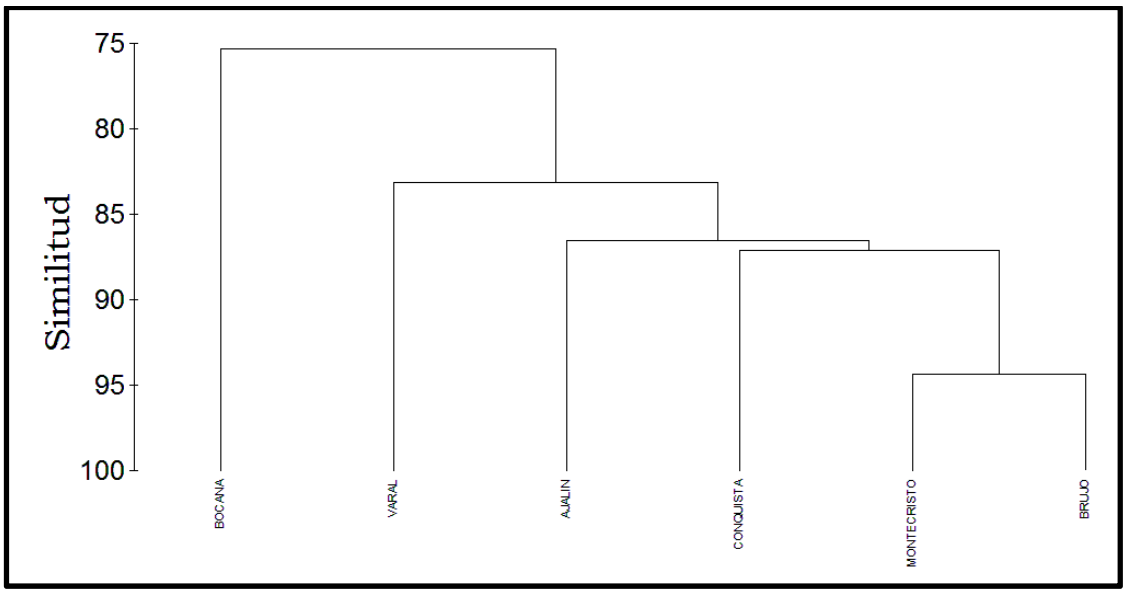


Figura 10. Dendrograma de las estaciones de muestreo en el SOBJ.
Figure 10. Cluster of the sampling stations in the SOBJ.

Diversidad de especies

El índice de diversidad de Shannon Wiener para los diferentes meses y estaciones osciló entre 0.22 y 1.94 bits. El índice más alto de diversidad se encontró en marzo (1.94 bits) seguido por el mes de septiembre (1.49 bits). En contraste se obtuvo una baja dominancia para estos meses siendo de 0.13 y 0.28 respectivamente. El menor índice de diversidad se encontró en junio (0.22), registrándose el mayor índice de dominancia de 0.90 (Cuadro 2)

El índice de riqueza de especies fue muy bajo oscilando sus valores entre 0.20 en el mes de junio y 0.54 en marzo.

Los bajos índices de diversidad, riqueza, en contraste con la mayor dominancia se deben básicamente a las fluctuaciones de abundancia de una sola especie de microalga (*A. granulata*) dominante durante casi todo el estudio.

Cuadro 2. Índices ecológicos de la comunidad fitoplanctónica.
Table 2. Ecological indices of the phytoplankton community.

Mes	Diversidad	Equitatividad	Dominancia	Riqueza
Marzo	1.94	0.93	0.16	0.54
Abril	1.13	0.81	0.35	0.22
Mayo	1.19	0.66	0.38	0.36
Junio	0.22	0.16	0.90	0.20
Julio	1.15	0.71	0.38	0.27
Agosto	1.17	0.65	0.38	0.33
Septiembre	1.49	0.83	0.28	0.34
Octubre	0.69	0.43	0.67	0.26

Especies potencialmente nocivas

Pese a que no se detectaron especies de microalgas generando efectos nocivos durante el período de estudio, se pudo determinar la presencia de especies potencialmente nocivas:

La diatomea *Pseudo-nitzschia pungens* ha sido asociada a la producción de ácido domóico (toxina amnésicas) en cepas provenientes de Canadá, Nueva Zelanda y Estados Unidos (Hallegraeff, 1991, Ferrario *et al*, 2002). En El Salvador ya ha sido registrada una floración de esta especie sin reportarse efectos nocivos (Menjívar, 1995).

Las especies de microalgas potencialmente nocivas no toxigénicas registradas en este estudio fueron: *Ch. curvisetus*, *Ch. lorenzianus*, *Coscinodiscus centralis*, *Leptocylindrus danicus*, *Guinardia delicatula*¸ *Proboscia alata*, *Rhizosolenia setigera, R. setigera* var. *pungens, Pseudosolenia calcar- avis, Dictyocha fibula*, y *Lingulodinium polyedra.* Algunas de estas especies son productoras de mucílago (Hargraves & Maranda, 2002) que al encontrarse en una floración causan mortalidad en peces por el taponamiento de las branquias (asfixia) (Cortés, 2002) o debido a su morfología causan daños mecánicos en los tejidos de organismos acuáticos. Otras especies en cambio pueden generar condiciones de anoxia causando mortalidades masivas en el ecosistema (Koray 2004, Fryxell & Villac, 1999, Horner *et al.* 1997, Henricksen *et al.* 1993).

Además se identificó una especie de dinoflagelado con antecedente nocivos *Dinophysis caudata*¸ el cual ha sido

asociado a la producción de toxinas diarreicas (Comisión Oceanográfica Intergubernamental COI, 2005), sin embargo hasta la fecha no se han registrado floraciones de esta especie en el país.

Algunas de las especies de cyanophytas de los géneros *Anabaena*, *Oscillatoria* y *Lyngbya* se asocian a la producción de hepatotoxinas y neurotoxinas, sin embargo se requieren de más estudios para establecer su toxicidad y efectos biológicos (UNESCO, 2009). Específicamente las especies *Dolichospermum circinalis* y *Oscillatoria tenuis* las cuales son reportadas como productoras de toxinas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La estructura de la comunidad estuvo definida por la presencia de la diatomea estratega-R *Aulacoseira granulata* que fue la especie de mayor abundancia durante el estudio.

Si bien es cierto que se determinó la presencia de 127 especies de microalgas en el estuario, la diversidad de la comunidad fitoplanctónica fue baja debido a que las condiciones de recirculación de sedimentos, corrientes y baja transparencia lumínica favorecen la dominancia de especies adaptadas fisiológicamente a tales condiciones.

Es recomendable profundizar en el estudio de los parámetros que favorecen la proliferación de *A. granulata* y su predominancia en el sitio.

Es recomendable realizar monitoreos periódicos de las especies nocivas y las potencialmente nocivas presentes en el ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

La recolecta de muestras fue posible gracias a la colaboración de Dimas Molina, Manuel Gonzáles, Cornelio Rubio, Adán Velásquez y Carlos Barahona. La identificación taxonómica de algunas especies fue apoyada por Maria Eugenia Zamudio Resendiz, Darla Alejandra Torres Arino y Santiago Roberto Duque. El manuscrito fue enriquecido de manera sustancial por Rosalba Alonso Rodríguez, Andrés Boltovskoy y Rodolfo Fernando Menjivar. La información meteorológica fue proporcionada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

REFERENCIAS

- Balech, E. (1988): Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Pub. Espec. Inst. Esp. Oceanog.1. Madrid. No. 1. p. 1-310.
- Boltovskoy A. 1995. Taxonomía y morfología de las dinoflageladas: Métodos de trabajo. pp 55 – 181 in K. Alveal, M. Ferrario, E. Oliveira & E. Sar (eds). Manual de Métodos Ficológicos. Chile.
- Brugnoli, E. & A. Morales. 2001. La comunidad fitoplánctica de Punta Morales, Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. Costa Rica.* 49 (2):11-17.
- Cassis, D., P. Muñoz & S. Avaria. 2002. Variación temporal del fitoplancton entre 1993 y 1998 en una estación fija del seno Aysén, Chile (45º26′S 73º00′W). *Rev. Biol. Mar.* 37 (1): 43 – 65.
- Clarke, K.R. & R. M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 144 pp.
- Cloern, J.E. 1987. Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries. *Cont. Shelf. Res.* 7: 1367-1381.
- Colato, A. 1996. Contribución al Conocimiento de las Pyrrhophycophyta y Cyanochloronta Planctónicas, en el Sector Oriente de la Bahía de Jiquilisco, El Salvador. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. 77 pp.
- Comisión Oceanográfica Intergubernamental, 2005. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura IOC. Taxonomic Reference List of Toxic Plankton Algae. Disponible en la World Wide Web: http://www.bi.ku.dk/ioc/
- Cortés, R. 2002. Mareas Rojas: Biodiversidad de microbios que pintan el mar. En: J.L. Cifuentes & J. Gaxiola López (eds.). Atlas de los Ecosistemas y la Biodiversidad de Sinaloa. ED. Colegio de Sinaloa. 29-41 pp.
- Cupp, E. 1943. Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America. University Of California Press Berkeley and Los Angeles.
- Ferran, A. 2001. SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill. España. 480 pp.
- Ferrario, M., E. Sar & S. Sala. 2002. Diatomeas Potencialmente Toxígenas del Cono Sur. 2002. En E. Sar, E. Ferrario & B. Reguera (Eds). Floraciones Algales del Cono Sur Americano. Instituto Español de Oceanografía. España.

- Flores, A. 1996. Contribución al Conocimiento de las Cyanochlorontas y Pyrrophycophyta Planctónicas, durante la estación lluviosa 1994 en el sector poniente de la Bahía de Jiquilisco. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 48 pp.
- Fryxell, G. & M. Villac. 1999. Toxic and harmful marine diatoms. En: Stoemer, E. & J. Smol (eds). The diatoms: applications for the environmental and earth sciences, pp. 419-428. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hallegraeff 1991. Aquaculturists' Guide to Harmful Australian Microalgae. Tasmanian. Australia. 110 pp.
- Hargraves, P. E. and L. Maranda. 2002. Potentially toxic or harmful microalgae from the northeast coast. Northeastern Naturalist 9(1):81-120.
- Henricksen, P., F. Knipschildt, O. Moestrup & H. Thomsen. 1993. Autoecology, life history and toxicology of the silicoflagellate Dictyocha speculum (Silicoflagellata, Dictyochophyceae). *Phycologia*. 32: 29-39.
- Horner RA, DL Garrison & FG Plumley. 1997. Harmful algal blooms and red tide problems on the U.S. west coast. *Limnology and Oceanography* 42: 1076-1088.
- Infante, G.A. 1988. El plancton de las aguas continentales. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Caracas, Venezuela. 125 pp.
- Kathiresan, K & B.L. Bingham. 2001. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. Adv. Mar. Biol. Vol 40: 81-251. 145 pp.
- Koray, T. 2004. Potentially toxic and harmful phytoplankton species along the coast of the Turkish Seas. En: Steindinger K., J. Landsberg, C. Tomas & G. Vargo (eds). Harmful Algae 2002, pp. 335-337. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography, and IOC of UNESCO, St. Petersburg, Florida.
- Leão B. M., J. Z. Oliveira Passavante, M. da G. Silva-Cunha & M. F. Santiago. 2008. Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. Acta bot. bras. 22(3): 711-722.
- León L. & G. Chalar. 2003. Abundancia y diversidad del fitoplancton en el Embalse de Salto Grande (Argentina – Uruguay). Ciclo estacional y distribución espacial. Limnética. Asociación Española de Limnología, Madrid. España. 22(1-2): 103-113.
- Menjívar R. 1995. Distribución, Abundancia y Diversidad de las Diatomeas Planctónicas de la Bahía de Jiquilisco. En Simposium Ecosistema de Manglares en

Pacífico Centroamericano y sus recursos post-larvas de camarones peneidos. Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca del Istmo Centroamericano.

- Menjivar, R. 1985. Avances sobre un Inventario de Diatomeas presentes en La Bahía de Jiquilisco. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 133 pp.
- Mirande, V., G. A. Barreto, S. E. Haleblian & B. C. Tracanna. 2009. Biodiversidad del Parque Nacional pre- delta (Entre Ríos, Argentina) II. Estudio Cuantitativo del fitoplancton. Bol. Soc. Argent. Bot. 44 (1-2): 11 - 23.
- Paiva R. S., E. Eskinazi-Leca, J. Z. Passavante, M. da G. G. M Silva – Cunha & N. F. Correira. 2006. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). Bol. Mus. *Para.* Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém. 1 (2):133-146.
- Pasztaleniec A. & M. Poniewozik. 2004. Pediastrum species (Hydrodictyaceae, Sphaeropleales) in phytoplankton of Sumin Lake. Acta Societatis Botanicorum Poloniae. Vol. 73. (1): 39-46 pp.
- Peña, A. 1995. Abundancia de Diatomeas Planctónicas en el Sector Poniente de la Bahía de Jiquilisco. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 62 pp.
- Pérez, M. C. 2002. Fitoplancton del río Negro, Uruguay. Limnética. Asociación Española de Limnología, Madrid. España. 21(1-2): 81-92.
- Reguera, B. 2002. Establecimiento De un Programa de Seguimiento de Microalgas Tóxicas. En E. Sar, E. Ferrario & B. Reguera (ed). Floraciones Algales del Cono Sur Americano. Instituto Español de Oceanografía. España.
- Reynolds, C.S. (2006) The ecology of phytoplankton. Ecology, biodiversity and conservation. Cambridge University Press.
- Semina H., J. 1978. Treatment an aliquot sample. In A. Sournia (ed). Phytoplankton Manual. UNESCO. Monograph on Oceanographic Metodology 6:81.
- Silva M. H., Silva – Cunha, M. da G. G. M., Passavante J. Z., C. K. da Silva Gregor, K. Munizi. 2009. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. Acta bot. bras. 23(2): 355-368.
- Tester, P. A., M. E. Geesy, C. Guo, H. W. Paerl & D. F. Millie. 1995. Evaluating phytoplankton dynamics in the Newport River estuary (North Carolina, USA) by HPLC - derived pigment profiles. Mar. Ecol. Prog. Ser. 124: 237 – 245.

- Tomas, C.R. (ed) Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press. 598 pp.
- UNESCO. 2009. Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión. Sylvia Bonilla (editora). Documento Técnico PHI-LAC, N° 16. Disponible en la web: http://www.unesco.org.uy/phi/biblioteca/handle/123456789/473.

RECUADRO 2

El fitoplancton está formado por un conjunto de organismos microscópicos, principalmente microalgas y que viven suspendidos en las aguas de los ríos, estanques, lagos, lagunas, esteros, mares y océanos.

Estos organismos tienen un papel importante en los ecosistemas porque son productores primarios lo que significa que son parte del primer eslabón en una cadena alimentaria.

En los ecosistemas acuáticos, el fitoplancton ejerce un papel similar al de los vegetales terrestres. Produce oxígeno y sirve de alimento para organismos más grandes conocidos colectivamente como zooplancton. Este a su vez sirve de alimento para otros más grandes aún.

En el sector occidental de la Bahía de Jiquilisco se estudió el fitoplancton y se determinó que como consecuencia de las lluvias se incrementan las microalgas, debido a que el río Lempa arrastra gran cantidad de nutrientes desde la zona alta que permitiendo el crecimiento de más microalgas.

Las microalgas presentan un patrón en el que la abundancia aumenta desde el interior del Izcanal hacia la Bocana. Se estima que esto ocurre por la acción de las mareas y corrientes. Durante la marea baja las microalgas y sedimentos son arrastrados hacia fuera del canal El Izcanal.

La especie que fue más abundante durante el estudio se conoce como *Aulacoseira granulata*. Esta soporta bien sitios con mucha turbidez debida a abundantes materiales suspendidos en el agua.

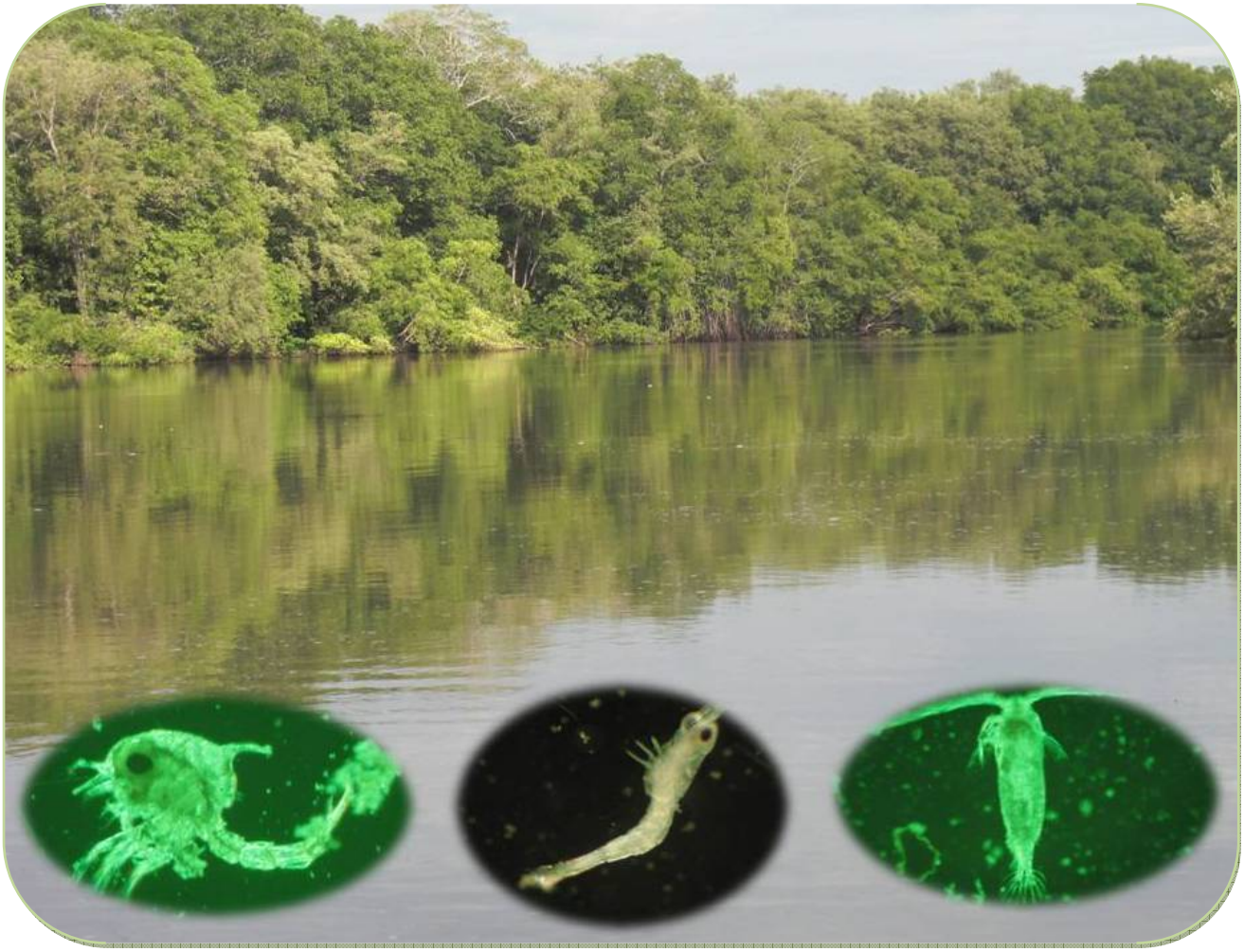
Además, se identificaron 14 especies potencialmente nocivas, o sea, capaces causar algún daño al ser humano u otros animales (sobre todo cuando aparecen en cantidades muy altas). Entre ellas, siete se han reportado en otros países como productoras de toxinas. Las otras diez no son tóxicas pero si sus poblaciones aumentan pueden llegar a causar algún daño al ecosistema como agotar el oxígeno en el agua o taponar las branquias de los peces asfixiándolos.

A lo largo de nuestro estudio no se registraron eventos de efectos perjudiciales debidos a las microalgas.

CAPITULO III
COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON

TOMASA DEL CARMEN CUÉLLAR

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES).
Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
t.cuellarmartínez@yahoo.es



RESUMEN

Se presentan los resultados del análisis de 42 muestras de zooplancton, colectadas de abril a octubre de 2009 en seis estaciones ubicadas en el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), El Salvador. Con el fin de caracterizar la composición zooplanctónica del sitio. Las muestras se colectaron con red de plancton de 125 micras adaptando a la red un flujómetro. Se determinó la predominancia del holoplankton (59.9%). Los copépodos fueron el grupo de mayor abundancia (55 %). La mayor cantidad de organismos se determinó para la estación La Bocana (14 501.25 ind. m^{-3}). El análisis de varianza por rangos de Kruskall Wallis no demostró diferencias significativas entre las abundancias mensuales de zooplancton ni entre las estaciones de muestreo ($p > 0.05$). El índice de correlación de Spearman relacionó la abundancia del zooplancton con la precipitación.

ABSTRACT

The analysis of 42 samples of zooplankton collected from April to October 2009 at six fixed stations in the Western Sector Jiquilisco Bay (SOBJ), El Salvador is presented, included a characterize of the zooplankton composition. The samples were collected with plankton net of 125 microns adapter to the net a flowmeter. The prevalence of holoplankton (59.9%) was determinate. Copepods were the most abundant group (55%). Most organisms were identified for the Bocana's station (14 501.25 ind. m^{-3}). The analysis of variance by ranks of Kruskal Wallis showed no significant difference between abundance of zooplankton and the months and sampling stations ($p > 0.05$). The Spearman correlation index associated the abundance of zooplankton with rainfall.

Palabras Clave: Ecosistema de Manglar, Estuario, Zooplancton, Holoplancton, Copépodos.

Key Words: Mangrove Ecosystem, Estuary, Zooplankton, Holoplankton, Copepods.

INTRODUCCIÓN

El zooplancton esta constituido por una diversidad de organismos con limitado poder de locomoción que se encuentran a la deriva en la columna de agua de los océanos, mares y cuerpos de agua dulce (Ferdous & Muktadir, 2009). Puede subdividirse en holoplancton que son especies que desarrollan todo su ciclo de vida dentro del plancton y meroplancton que son planctónicas durante solo un período de su ciclo vital (Knox, 2001).

El zooplancton juega un papel fundamental en la transferencia de energía a nivel trófico secundario, transfiere parte del carbono secuestrado de la atmósfera por el fitoplancton, transportándolo dentro

de la zona eufótica hacia estratos más profundos a través de una compleja red trófica (Lavaniegos, 2007).

Los estudios sobre el zooplancton son utilizados para caracterizar masas de agua (Morales, 2008), para determinar el estado trófico de los sistemas acuáticos y deducir la estructura de las comunidades acuáticas (Conde-Porcuna *et al.* 2004). Así mismo, son considerados excelentes bioindicadores de la calidad e integridad del ecosistema debido a que poseen ciclos de vida cortos y pueden responder rápidamente a cambios ambientales (Ferdous & Muktadir, 2009, Porto-Neto, 2003).

En El Salvador las investigaciones de las comunidades zooplanctónicas son escasas, siendo un área poco explorada. Se han realizado esfuerzos únicamente dirigidos a especies de importancia comercial durante su estadio larval, tal es el caso de los moluscos de la familia Mytillidae en la Bahía de Jiquilisco (Bolaños & Gaviota, 2003) y de las larvas de la ostra *Crassostrea* sp. en el departamento de La Unión (Hernández, 2005).

Debido a lo anterior, el objetivo de este trabajo es brindar una caracterización básica de la composición y abundancia del zooplancton en el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ).

MÉTODOS

Recolecta de muestras

Se analizaron 42 muestras de agua estuarina colectadas mensualmente de abril a octubre/2009, en seis estaciones de muestreo; La Bocana, Montecristo, El Varal, La Conquista, El Brujo y El Ajalin (**Figura 1**).

El zooplancton se colectó con una red cónica de luz de malla de 125 micras, diámetro de boca de 33 cm, provista de un flujómetro marca Tsurumi-Seiki. Para la colecta de las muestras de agua se llevó a cabo un arrastre horizontal superficial con un tiempo total de cinco minutos a una velocidad entre 1- 2 nudos (Instituto Oceanográfico Nacional Dona Paula, 2004).

Las muestras obtenidas fueron fijadas y preservadas inmediatamente en formol al 4% (Instituto Oceanográfico Nacional Dona Paula, 2004).

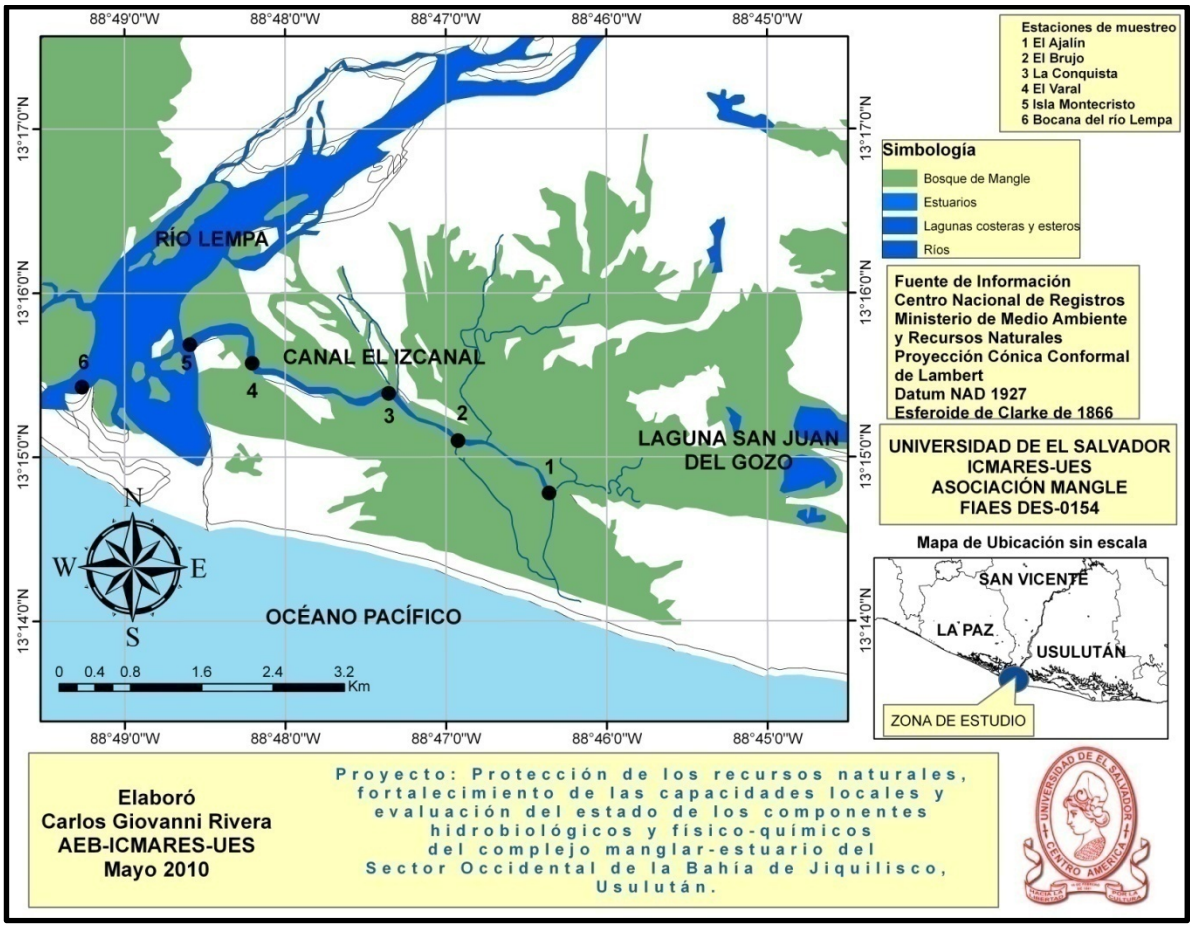


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo
Figure 1. Location map of sampling stations.

Procedimientos de laboratorio

En el laboratorio las muestras fueron concentradas y se realizó el análisis cuantitativo con una adaptación de la técnica de APHA (1995), para lo cual se tomaron submuestras de 3 ml que se colocaron en una placa Petri de plástico de 90 mm de diámetro para su observación en microscopio invertido a 100 X y 400 X de aumento. El conteo de especimenes se realizó girando la placa en zigzag. La densidad de organismos se presenta en individuos m^{-3}.

La identificación taxonómica se realizó en el caso de los cladóceros y rotíferos a nivel de género y especie, mientras que los demás organismos fueron agrupados en doce grupos faunísticos. La literatura utilizada fue la siguiente: Rey (1991), Mujica & Espinoza (1994), Bradford-Grieve *et*

al. (2009), Vinogradov G. (2009) y Domínguez & Hebling (1989).

Adicionalmente, se realizó un muestreo el mes de noviembre en los canales secundarios de El Capulín, Las Trompetas, La Guinea y El Ajalin, llevándose a cabo un arrastre horizontal y uno vertical en la columna de agua, los resultados se presentan de forma cualitativa.

Análisis de los datos

Se determinó la abundancia relativa y porcentual de los grupos de organismos por mes y por estación de muestreo.

Se eliminaron las especies con abundancias inferiores al 1% y se obtuvo la matriz de similitud por el método de Bray-Curtis, llevando a cabo análisis de clasificación por dendrogramas jerárquicos y de ordenación espacial con el método de escalamiento multidimensional no métrico (MDS) (Clarke y Warwick, 1994)

A las abundancias se les aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas con el estadístico de Levene. Para determinar las diferencias significativas de las abundancias de acuerdo con los meses y estaciones de muestreo se aplicó la prueba de análisis de varianza por rangos de Kruskall-Wallis (no paramétrica). El nivel de significancia asumida fue de α 0.05 (Ferran, 2001).

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para determinar la relación entre las abundancias del zooplancton y las variables de temperatura, salinidad, precipitación, caudal del río Lempa, pH.

Los análisis se realizaron con los programas estadísticos SPSS 13 (Statistical Package for the Social Sciences) y PRIMER 6.1 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia

Los copépodos fueron el grupo más abundante durante el período de estudio representando el 55% de la comunidad zooplanctónica (**Figura 2**); de acuerdo a diversos autores este grupo de organismos es el más abundante y diverso del zooplancton marino (Suárez, 1998; Álvarez *et al*, 2003; Márquez *et al*, 2009) a lo que se le atribuye su predominancia en el SOBJ.

Por otro lado, las larvas de cirripedios representaron el 22.3%, las larvas de cangrejos el 17% y los cladóceros el 7%. Los grupos restantes, juntos representaron el 5% del zooplancton.

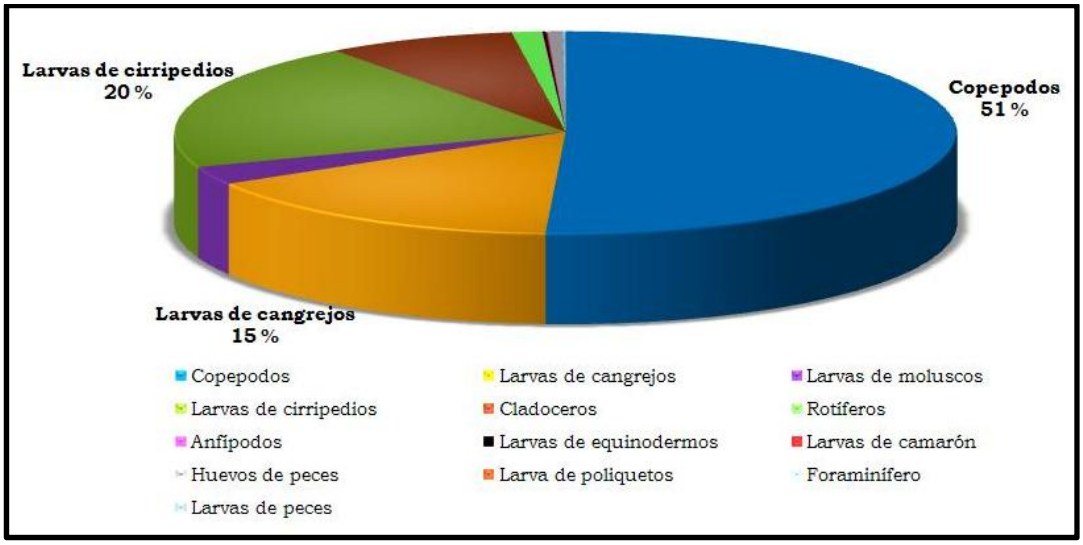


Figura 2. Composición global del zooplancton
Figure 2. Global composition of zooplankton

Los organismos holoplanctónicos, donde se incluyen los copépodos fueron los de mayor abundancia con un promedio de 680.6 individuos m^{-3} (59.91%), mientras que el promedio del meroplancton en el que se encuentran los estadios larvales de diferentes especies fue de 455.0 individuos m^{-3} (40.05%), el ticoplancton, (organismos que habitualmente no forman parte del plancton) estuvo representado por los foraminíferos (0.05%, Cuadro 1).

Abundancia y composición espacial

En todas las estaciones muestreadas los copépodos fueron el grupo predominante, excepto en El Varal donde fueron más abundantes las larvas de cirripedios (**Figura 3**). Es probable que la mayor abundancia de cirripedios en dicha estación esté asociada a eventos reproductivos de poblaciones adultas incrustadas en lanchas y en el muelle de la comunidad de Isla Montecristo, que fueron concentrados a causa de las corrientes.

La estación en la que se encontró mayor cantidad de organismos fue la Bocana (14 501.25 ind. m^{-3}),

predominando los copépodos con 13 901 ind. m^{-3} seguido de los cladóceros con 501.83 ind. m^{-3}.

Cabe destacar que los cladóceros y rotíferos se encontraron notablemente abundantes únicamente en la Bocana con 501.83 ind. m^{-3} y 85.97 ind. m^{-3} respectivamente. Los cladóceros más abundantes fueron *Daphnia* sp. (190 ind. m^{-3}) y *Bosmina* sp (160 ind. m^{-3}) (Cuadro 2).

La mayor abundancia de cladóceros en relación a los demás sitios podría deberse a que estos organismos son más frecuentes en el agua dulce (Rosemberg & Palma, 2003) y La Bocana es directamente afectada por el flujo de agua dulce proveniente del río Lempa.

Cuadro 1. Abundancia promedio y abundancia relativa de la comunidad zooplanctónica.
Table 1. Average and relative abundance of the zooplankton community.

Grupo	Promedio (ind. m^{-3})	Abundancia relativa (%)
Holoplancton	680.6	59.91
Copepoda	577.4	50.82
Cladócera	89.1	7.85
Rotífera	14.1	1.24
Ticoplancton	0.5	0.05
(Protozoa)Foraminífera	0.5	0.05
Meroplancton	455.0	40.05
Cirripedia *	234.0	20.60
Decapoda *	177.5	15.62
Gastropoda *	32.8	2.89
Ictioplancton**	7.2	0.64
Equinodermata *	1.4	0.12
Peneida *	0.9	0.08
Ictioplancton *	0.7	0.06
Amphipoda	0.4	0.04
Polychaeta *	0.1	0.01

*** Larvas** **** Huevos**

Cuadro 2. Abundancia (ind. m-3) de Cladóceros y Rotíferos en las estaciones de muestreo.
Table 2. Abundance (ind. m-3) of Cladocera and Rotifera in sampling stations.

Grupo	Género y especie	Bocana	Montecristo	Varal	Conquista	Brujo	Ajalin
Cladocera	*Penilia avirostris*	56.11	3.58	3.02	4.85	0.29	2.47
	Diaphanosoma sp.	5.54	1.45	0.35	0.07	3.87	0.00
	Daphnia sp.	190.13	28.45	0.00	0.00	0.00	0.00
	Bosmina sp.	160.37	10.84	0.35	2.46	3.19	4.76
	Moina sp.	89.67	9.29	3.19	6.65	9.58	8.47
	Ilyocriptus sp.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Evadne sp.	0.00	0.19	0.00	0.36	0.00	0.00
Rotífera	*Brachionus sp.*	69.15	3.10	1.42	1.45	1.55	1.59
	B. falcatus	16.14	0.00	0.00	0.36	0.68	0.35
	Keratella tropica	0.68	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00

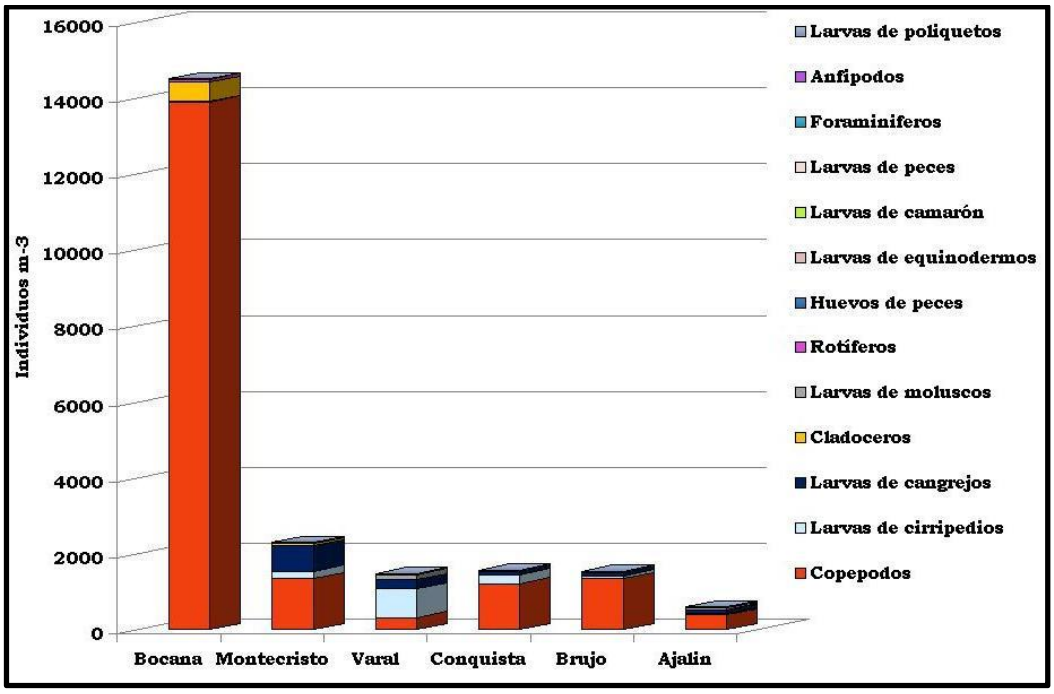


Figura 3. Abundancia (ind. m-3) del zooplancton en las estaciones de muestreo.
Figure 3. Abundance (ind.m^{-3}) of zooplankton in the sampling stations.

Por otra parte, las larvas de cangrejos (Decapoda) se registraron en todas las estaciones de muestreo, pero la mayor abundancia se concentró principalmente en Isla Montecristo y en segundo lugar en El Varal. Esta predominancia fue comprobada con el MDS al utilizar como factor las larvas de cangrejo (**Figura 4**). Esta distribución de las larvas puede ser atribuida al efecto causado por las corrientes estuarinas y ciclos mareales, que concentran y retienen las larvas en la entrada del canal El Izcanal. La barra deltaica ubicada frente a la Isla Montecristo impediría la abrupta dispersión de las larvas fuera del Izcanal.

Esta tendencia de retención de larvas de crustáceos decápodos ha sido registrada para el estuario de Bahía Blanca en Argentina, lo cual impide que las larvas sean dispersadas hacia mar afuera (Cervellini, 2001).

Análisis de similitud espacial

El análisis de varianza Kruskall Wallis por rangos no estimó diferencias significativas en las estaciones de muestreo ($p > 0.05$). No obstante, se observaron dos

agrupamientos, el primero con los sitios de Montecristo, Conquista y El Brujo y el segundo con El Varal y El Ajalin. Mientras que la Bocana se separa completamente de los demás sitios (**Figura 5**).

Pese a que las estaciones con más cercanía espacial fueron El Brujo, Conquista e Isla Montecristo, pudo observarse un patrón de agrupamiento en las estaciones ubicadas dentro del Canal El Izcanal que se alejan completamente de la Bocana (**Figura 6**).

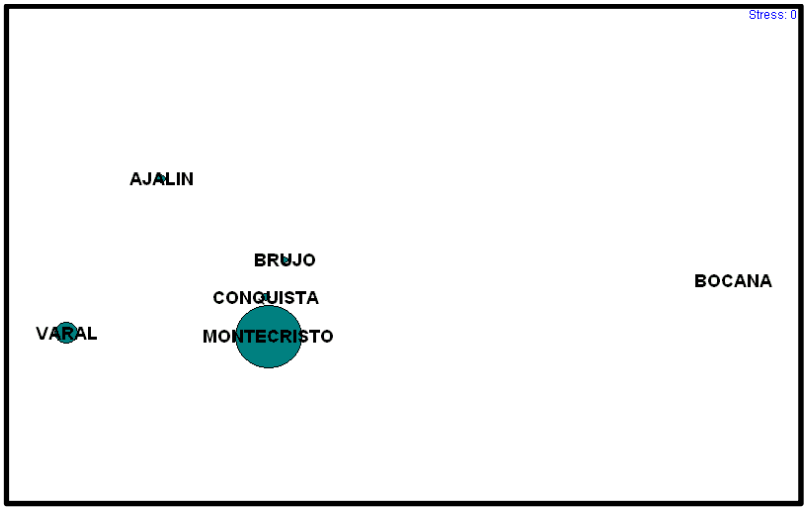


Figura 4. nMDS de las estaciones de muestreo con base al factor larvas de cangrejo.
Figure 4. nMDS of the sampling stations by crab larvae as factor

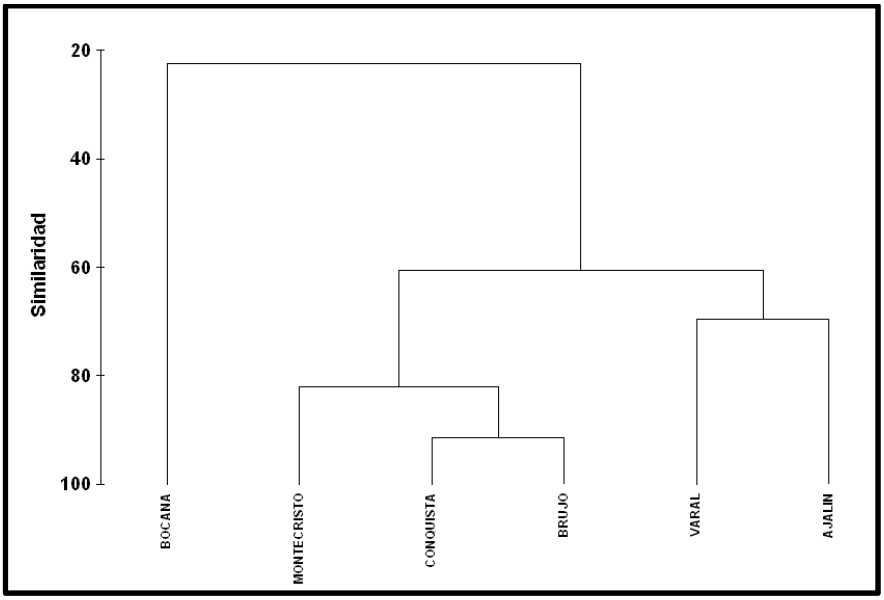


Figura 5. Dendrograma de las estaciones de muestreo en el SOBJ.
Figure 5. Cluster of sampling stations in the SOBJ.

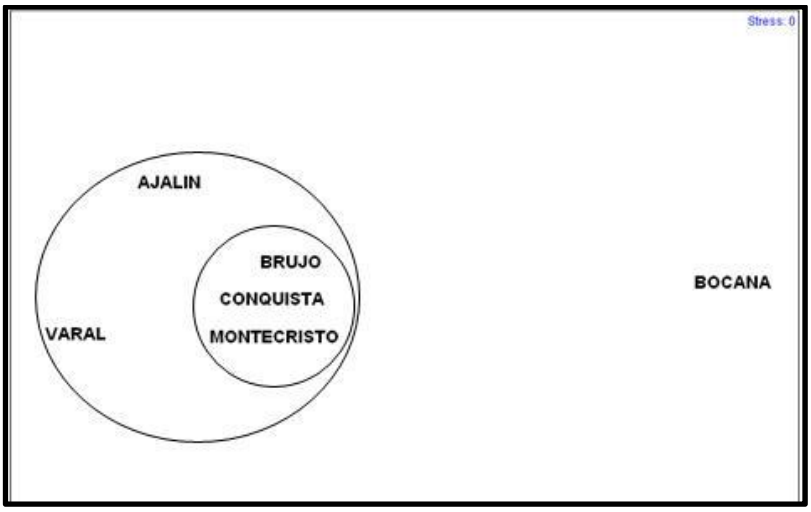


Figura 6. Estaciones de muestreo agrupadas por el método nMDS.
Figure 6. Sampling stations by nMDS method.

Abundancia y composición temporal

En los meses de julio y agosto se presentó la mayor cantidad de individuos (1798.10 y 1807.10 ind. m^{-3} respectivamente) (**Figura 7**). Mientras que la menor abundancia se encontró en los meses de septiembre y junio con 408.61 y 578.19 ind. m^{-3} respectivamente.

En abril los grupos predominantes fueron los copépodos (1 259.62 ind. m^{-3}) y las larvas de moluscos gasterópodos (1285.83). En mayo y junio las larvas de cangrejos fueron las más elevadas con valores de 675.70 y 451.56 ind. m^{-3} .

Para el reclutamiento de los estadíos jóvenes de crustáceos decápodos a las poblaciones de adultos, estos requieren de suficiente número de larvas o juveniles que sobrevivan o permanezcan dentro del estuario para incorporarse al stock parental (Dittel & Epifanio, 1982) y precisamente el pico de larvas de cangrejos ocurrió en mayo y continuó en junio, período en el que ocurrió el evento reproductivo masivo de la especie *Ucides occidentalis*, localmente conocido como "corrida".

Por otro lado en los meses de julio y agosto fueron las larvas de cirripedios las más abundantes (397.66 ind. m^{-3} y 1 165 ind. m^{-3} respectivamente). En septiembre y octubre la comunidad del zooplancton estuvo constituida en mayor grado por los copépodos.

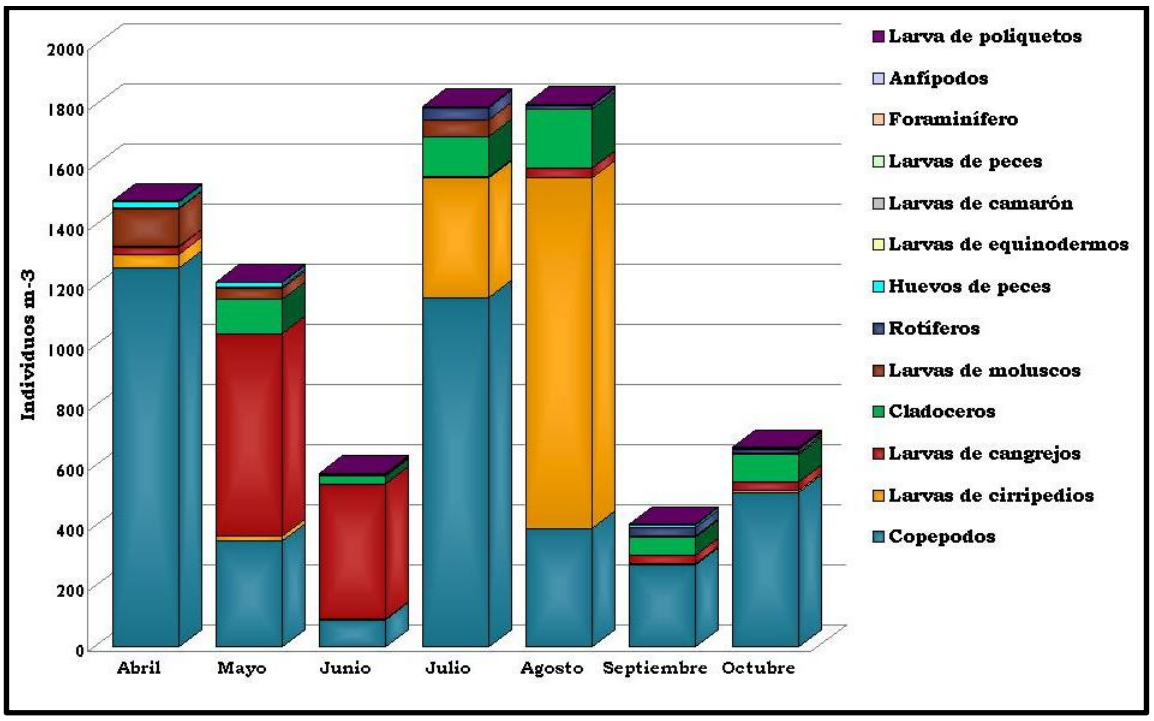


Figura 7. Abundancia (ind. m^{-3}) del zooplancton en los meses de muestreo.
Figure 7. Abundance (ind. m^{-3}) of zooplankton in the months of sampling.

Análisis de similitud temporal

El análisis de varianza Kruskall Wallis por rangos no determinó diferencias significativas en los meses de muestreo ($p > 0.05$). Con respecto al análisis de similitud de los meses de muestreo, se observan agrupamientos entre los meses más cercanos, tal es el caso de mayo con junio, agosto - septiembre y octubre. No así para abril y julio que se agrupan sin ser temporalmente cercanos (**Figura 8**), estas diferencias pueden deberse a los cambios ocurridos en las comunidades del zooplancton, ya que, en abril y julio se presentaron las mayores abundancias de copépodos.

No se observaron agrupamientos espaciales específicos entre los meses de muestreo (**Figura 9**). Aparentemente, no existen diferencias temporales que reflejen estacionalidad.

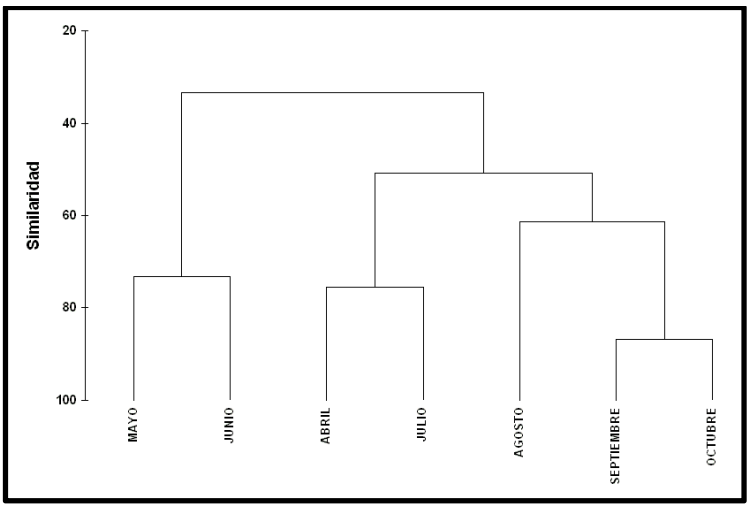


Figura 8. Dendrograma de las meses de muestreo en el SOBJ.
Figure 8. Cluster of sampling month in the SOBJ.

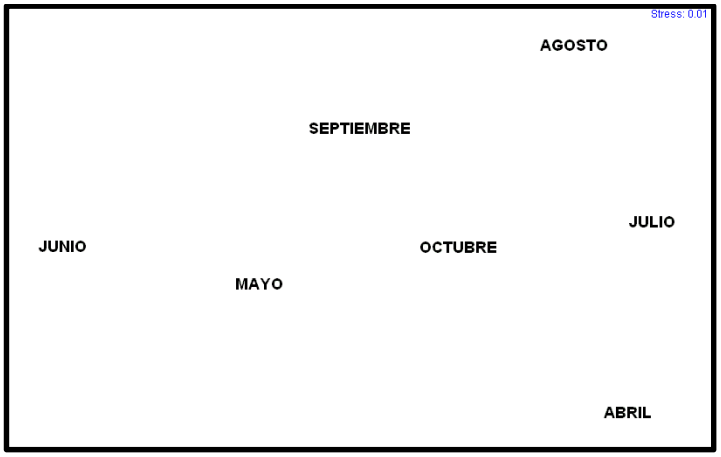


Figura 9. Meses de muestreo agrupados por el método MDS.
Figure 8. Sampling month by MDS method.

Relación entre la abundancia y las variables ambientales

La precipitación fue la variable que presentó mayor relación con la abundancia de organismos (Rho Spearman = 0.630) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Correlación de abundancia y parámetros ambientales.
Table 3. Correlation between abundance and environmental variables.

	Caudal	Salinidad	Temperatura del agua	Oxigeno	pH	Temperatura ambiental	Precipitación
Abundancia	.117	-.664	-0.002	0.077	0.167	-.815	.630*

* Significativo.

Zooplancton en canales secundarios

En todos los canales secundarios se determinó la predominancia de los copépodos en los arrastres verticales y horizontales. En el canal El Capulín (arrastre horizontal) se determinó la mayor cantidad de grupos zooplantónicos mientras que en Las Trompetas y El Ajalin (arrastres verticales) se encontraron solo tres grupos de organismos. Al comparar los resultados de ambos arrastres se obtiene que se encontró mayor cantidad de grupos del zooplancton en los arrastres horizontales.

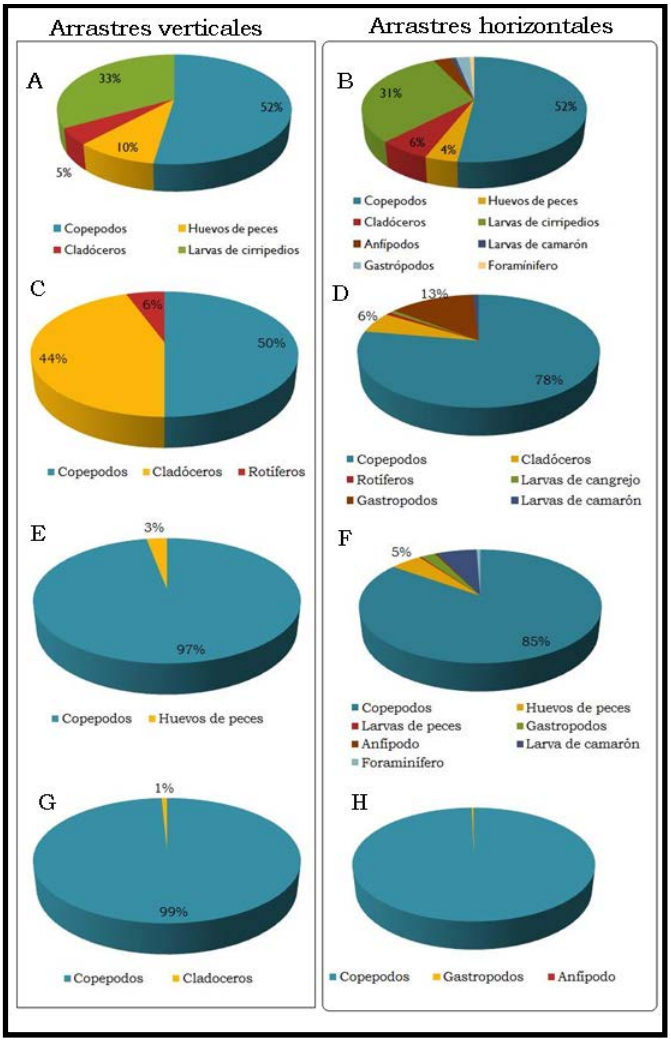


Figura 9. Abundancias relativas (%) en los canales secundarios. A y B: Canal El Capulín, C y D: Canal La Guinea, E y F: Canal El Ajalín, G y H: Canal Las Trompetas.

Figure 9. Abundance relative (%) in the secondary channels. A y B: El Capulín estuary. C y D: La Guinea estuary, E y F: El Ajalin estuary, G y H: Las Trompetas estuary.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la mayoría de estaciones y meses de muestreo así como en los canales secundarios del estuario la comunidad zooplanctónica, estuvo constituida predominantemente por copépodos. Este grupo es el que aportaría mayoritariamente, la biomasa hacia otros eslabones de las redes tróficas estuarinas.

Las características geomorfológicas e hidrológicas del canal El Izcanal podrían ser las responsables, entre otros aspectos, de la retención, recirculación y posterior fijación de las larvas de cangrejos y de los patrones locales de distribución espacial de las especies en el SOBJ.

Se sugiere un análisis taxonómico exhaustivo del zooplancton, que permita contar con un listado detallado de especies del SOBJ, así como un estudio que establezca patrones temporales y estacionales de la distribución y abundancia del zooplancton.

AGRADECIMIENTOS

La recolecta de muestras fue posible gracias a la colaboración de Dimas Molina, Manuel Gonzáles, Cornelio Rubio, Adán Velásquez y Carlos Barahona. El manuscrito fue enriquecido con las observaciones de Rodolfo Fernando Menjívar. La información meteorológica fue proporcionada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

REFERENCIAS

- Álvarez, C., M. G. Miranda & G. Lara-Isassi. 2003. Familia Pontellidae (Crustacea: Copepoda) en la Bahía La Ventosa, Oaxaca, México: Sistemática y ecología. *Rev. Biol. Trop.* (51): 737-742.
- APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WPCF (Water Pollution Control Federation). 1995. Standard methods for examination of water and wastewater. 19th Ed. Washington D. C.
- Bradford-Grieve, J. M., E. Markhaseva, C. Rocha & B. Abiahy. 2009. Copepoda. En Zooplankton of the South Atlantic Ocean. D. Boltovskoy (Ed.). Consultado el 20 de octubre de 2009. Disponible en la web: http://speciesidentification.org/species.php?species_group=zsao&menuentry=inleiding

- Bolaños, C. & J. Gaviota. 2003. Distribución y Abundancia de larvas de la familia Mytillidae (mejillones) en la Bahía de Jiquilisco, El Salvador. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. 71 pp.
- Cervellini, P. 2001.Variabilidad en la abundancia y retención de larvas de crustáceos decápodos en el estuario de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Invest. Mar*. Valparaiso. 29(2): 25-33.
- Clarke, K.R. & R. M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 144 pp.
- Conde-Porcuna, J.M., Ramos-Rodríguez, E., Morales-Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los sistemas acuáticos lénticos. *Ecosistemas* 13(2): 28-36.
- Dittel, A.I. y C.E. Epifanio. 1982. Seasonal abundance and distribution of crab larvae in Delaware Bay. *Estuaries*. 5: 197-202.
- Domínguez, M. & N. Hebling. 1989. *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda). Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. *Rev. Bras. Zool.* 6(1): 147-166.
- Ferdous, Z. & A. Muktadir. 2009. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicador. *Am. J. Applied Sci.* 6 (10): 1815-1819.
- Ferran, A. 2001. SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill. España. 480 pp.
- Hernández, M. 2005. Distribución y abundancia de larvas de ostras del género *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) en playas rocosas del departamento de La Unión El Salvador. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 75 pp.
- Instituto Nacional de Oceanografía Dona Paula Goa. 2004. Zooplankton Methodology, Collection & Identification a Field manual. Dhargalkar, V.K. & Verlecar X.N. (Ed.). Nueva Delhi. Consultado el 10 de enero de 2009. Disponible en la web: http://drs.nio.org/drs/bitstream/2264/95/1/Zooplankton_Manual.pdf
- Knox, G. A. 2001. The Ecology of Seashores. CRC Press. 557 pp.
- Lavaniegos E. 2007. El papel del zooplancton en la transferencia del carbono en el Océano. En: Hernández B. & Gaxiola G. (Ed.). Carbono en Ecosistemas Acuáticos de México. Instituto Nacional de Ecología. SERMANAT. México D.F. 129-139.

- Márquez, B., J. Díaz-Ramos, L. Troccoli, B. Marin & R. Varela. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. Revista de Biología Marina y Oceanografía 44(3): 737-749.
- Morales-Ramírez, A. 2008. Caracterización cualitativa del zooplancton del Área de Conservación Marina Isla de Coco (ACMIC), Océano Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56 (2): 159-169.
- Mujica, A. & E. Espinoza. 1994. Cladóceros marinos chilenos (18°30'-37°30'S). *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 67: 265-272.
- Porto-Neto, F. 2003. Zooplankton as Bioindicator of Environmental Quality in the Tamandaré Reef System, Pernambuco, Brazil: Anthropogenic Influences and Interaction with Mangroves. Universidad de Bremen. 131 pp.
- Rey, J. 1991. Los Cladóceros. En: El lago Titicaca. Síntesis del conocimiento limnológico actual. Claude Dejoux y Andre (Eds.) La Paz. HISBOL. 265-276.
- Rosenberg, P. & S. Palma. 2003. Cladóceros de los fiordos y canales patagónicos localizados entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes. *Invest. Mar.* Valparaíso, 30(1): 15-24.
- Suárez, E. 1998. Los copépodos (crustacea) pelágicos de la costa oriental de la Península de Yucatán: Informe Final. Consultado 7 de mayo de 2010. Disponible en la web: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfM038.pdf
- Vinogradov, G. 2009. Amphipoda, Copepoda. En Zooplankton of the South Atlantic Ocean. D. Boltovskoy (Ed.). Consultado el 20 de octubre de 2009. Disponible en la web: http://speciesidentification.org/species.php?species_group=zsao&menuentry=inleiding.

RECUADRO 3

Los ecosistemas acuáticos albergan gran cantidad de organismos, en sus aguas habitan especies que ni siquiera son visibles a simple vista. Pero a pesar de su pequeño tamaño tienen una gran importancia en los ecosistemas, tal es el caso del zooplancton.

El zooplancton está formado por pequeños y diversos animales, muchas especies forman parte del zooplancton en sus estadíos juveniles o larvales, como es el caso de los peces, cangrejos, camarones, estrellas de mar, entre otros.

En el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco se estudio el zooplancton en los sitios de La Bocana, Montecristo, Varal, Conquista, Brujo y El Ajalin, así como en los canales El Capulín, La Guinea, Las Trompetas y El Ajalin.

Se descubrió que los copépodos fueron los más abundantes. Además se encontraron gran cantidad de larvas de “punches” en los meses de mayo y junio cuando días antes había ocurrido la “corrida”. Estas larvas se concentraron en Montecristo y El Varal lo que favorece a la población de cangrejos porque las larvas no salen hacia el mar y se dispersan. Es sumamente importante la protección de “punches” durante el tiempo de reproducción para que sean capaces de producir y liberar suficientes larvas que posteriormente se integren a las poblaciones adultas.

CAPITULO IV
CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD MACROBENTÓNICA

CARLOS GIOVANNI RIVERA

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES).
Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
riveracg@yahoo.com y carlos.rivera@ues.edu.sv

RESUMEN

Se presenta la caracterización de la comunidad macro-bentónica del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), desarrollada con el fin de determinar la abundancia, diversidad y distribución de la comunidad y sus variaciones espacio-temporales, así como de evaluar el estado de calidad del ecosistema estuarino. Para ello, se recolectaron muestras mensualmente entre marzo y noviembre de 2009 con un barreno manual de 0.0012 m^2, en siete estaciones fijas de muestreo de 10 m^2 de área. Se identificaron 27 especies de 923 individuos procesados en todo el estudio. Los anélidos poliquetos dominaron en número de especies (48%) y en número de individuos (97%). La especie más abundante fue el oportunista *Capitella capitata* (76.70%). Las estaciones de la Conquista y El Brujo presentaron las más altas densidades 19 333 y 18 166 ind/m^2 respectivamente, mientras que julio (19 333 ind/m^2) y septiembre (18 166 ind/m^2) obtuvieron las densidades máximas. El claro dominador de la comunidad *C. capitata* mostró amplias fluctuaciones de densidad, de 0.00 en marzo a 31 833 ind/m^2 en septiembre. La diversidad osciló entre 0.00 a 2.00 bits/individuo. Todos los poliquetos presentaron patrones de movilidad y hábitos alimentarios carnívoros y sedimentívoros. La especie indicadora de contaminación identificada fue *C. capitata*. Las estaciones de muestreo se agruparon en pares de acuerdo a un gradiente hacia el interior del canal El Izcanal. La distribución temporal de la comunidad macrobentónica indica una clara separación entre las épocas seca y lluviosa. Se encontró correlación entre el caudal del río Lempa y las variables ambientales. Finalmente, de acuerdo con este estudio, la calidad del ecosistema estuarino del SOBJ corresponde a un ambiente altamente impactado por materia orgánica.

ABSTRACT

A characterization of the macro-benthic community of Western of Jiquilisco Bay (SOBJ) is presented. The investigation was done with the purpose to determine the abundance, diversity and distribution of the macrobenthos community and its spatial-temporal variations. The samples were collected with a hand box corer (0.0012 m^2 of area) monthly between March and November 2009 in seven fixed sampling stations (10 m^2 of area). A total of 27 species were identified from 923 individuals. The polychaetes dominated the community macrobenthonic in number of species (48%) and number of individuals (97%). The most abundant species was the opportunistic *Capitella capitata* (76.70%). The sampling stations La Conquista (19 333 ind / m^2) and El Brujo (18 166 ind / m^2) and the months of July (19 333 ind / m^2) and September (18 166 ind / m^2) had the highest densities. The clear dominator of the community *C. capitata* showed wide fluctuations in density, from 0.00 in March to 31 833 ind / m^2 in September. The diversity ranged from 0.00 to 2.00 bits / individual. All polychaetes showed patterns of mobility and deposit feeding and carnivorous eating habits. The pollution indicator species identified was *C. capitata*. The sampling stations were grouped in pairs according to a gradient into the estuary The Izcanal. The variation of the Lempa river discharge was positively correlated with biological variables. The macrobenthic

community showed marked differences between the dry and rainy seasons. According to this study, the WJB estuarine ecosystem corresponds to a highly impacted environment by organic matter.

Palabras clave: Macrofauna, Bentos, Ecosistema de Manglar, Estero, Litoral.

Key words: Macrofauna, Benthos, Mangrove Ecosystem, Estuary, Littoral.

INTRODUCCIÓN

El bentos (del griego profundo) es una categoría que agrupa organismos en o asociados a los fondos marinos, en ella, se incluyen grupos faunísticos característicos de ambientes litorales y profundos en todos los mares, como crustáceos, moluscos, anélidos, isópodos, entre otros. Las especies retenidas en un tamiz de 0.5 a 1.0 mm de poro, definidas como macro-bentónicas, son las constituyentes de la biomasa en el orden de 94 al 97% (Sanders, 1960, McIntyre, 1961, Wigley & McIntyre, 1964) y por tanto, son las especies que merecen mayor atención por su preponderante papel en la dinámica trófica pues consumen una parte importante de la producción primaria de los sedimentos (Beukema & Cadee, 1997, Herman *et al.* 1999) y sirven de alimento para otros grupos de interés comercial o ecológico como moluscos, crustáceos, peces y aves.

Los impactos negativos de la implementación de obras humanas y de los desastres de origen natural pueden ser estimados con bastante precisión con el estudio de los cambios en la composición y estructura del bentos marino. Son de especial interés el monitoreo de especies "indicadoras" de gran sensibilidad y respuesta a perturbaciones ambientales (Salazar-Vallejo, 1991; De la Lanza, 2000).

Pese a la evidente y comprobada importancia del bentos marino, la mayoría de las investigaciones a nivel mundial, especialmente aquellas de fondos blandos, se han desarrollado en ambientes templados y, en un menor grado, en latitudes boreales, tropicales y subtropicales (Alongi, 1989). La falta de centros o laboratorios equipados adecuadamente, personal capacitado o en formación y recursos financieros insuficientes, subyacen como las principales causas de tal rezago.

En cuanto al estudio del bentos en el Océano Pacífico Oriental Tropical (OPOT), destacan los notables y

significativos avances de México y Costa Rica, que en buena medida, desde hace medio siglo han caracterizado las comunidades bentónicas de fondos blandos/duros de amplias secciones de sus costas, plataforma continental y mar profundo.

En el mar territorial salvadoreño, el conocimiento de la fauna bentónica es el resultado de esfuerzos dirigidos a grupos específicos, como es el caso de: crustáceos (Holthuis, 1954, Bott, 1954, Haig, 1960, 1968, Ball, 1972, Ball & Haig, 1974, Efford, 1976, Gore, 1982, Orellana, 1977, 1992, Moran, 1984, Aparicio & Pleitéz, 1993, Pocasangre & Granados, 1995, López, 1997, Carranza & Mejía, 2001, 2002, Carranza, 2004, Rivera, 2005, 2008, 2009) moluscos (Lowe, 1932, Pilsbry & Lowe, 1932, Bequaert, 1942, Zilck, 1954, Hagberg & Kalb, 1968, Alegría, 1978, Hernández, 1979, 1992, Granados & Ostorga, 1989, Cruz & Jiménez, 1994, Aquino & Gálvez, 1997, Granados, 1997, 1998, 2002, 2007, Chávez, 1998, MacKenzie, 2001, García *et al.* 2003, 2007, Rivera & González, 2009, Barraza, 2009), anélidos poliquetos (Friedrich, 1956, Hartmann-Shröder, 1956, 1959, Barraza, 1994, Rivera & Ibarra, 1995, Canjura, 1996, Rivera & Romero, 2002, 2008, De León-González *et al.* 2004, Rivera, 2007, Romero & Rivera, 2007). En menor medida, se han desarrollado incipientes y focalizados estudios a nivel de ecología comunitaria (Shuster, 1957, Hernández & Davis, 1979, Molina, 1992, 1995, Molina & Vargas, 1995, Calles *et al.* 1995, Vasconcelos & Fuentes, 1997, Barraza, 2000).

Esta contribución presenta el estudio de caracterización de la comunidad macro-bentónica del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ) que fue desarrollado con el propósito fundamental determinar la abundancia, diversidad y distribución espacio-temporal de la comunidad bentónica y la calidad del agua con base en la presencia de especies indicadoras de contaminación.

MÉTODOS

Recolecta de muestras

La recolección de las muestras se desarrolló mensualmente de marzo a noviembre de 2009. Siguiendo el gradiente de salinidad desde la

bocana del río Lempa hasta el interior del canal el Izcanal, se establecieron siete (7) estaciones fijas de muestreo de 10 m^2 de área en: La Tirana, El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, Isla Montecristo y la Bocana del Río Lempa (**Figura 1**). Al interior de cada estación se colectaron 5 réplicas, haciendo un total de 35 muestras por cada mes de muestreo y 315 muestras en la totalidad del estudio. Los ejemplares fueron recolectados utilizando un nucleador o barreno manual elaborado con tubo de PVC de 4.0 cm de diámetro, de 30 cm de longitud y un área de 0.0012 m^2, clavado hasta una profundidad de 15 cm en el sustrato. El total de área muestreada por estación fue de 0.042 m^2 mensuales y, 0.378 m^2 en los nueve meses del presente estudio. Las muestras recolectadas fueron depositadas, etiquetadas y preservadas en bolsas plásticas con formalina al 10% diluida en agua de mar teñida con el colorante biológico rosa de bengala.

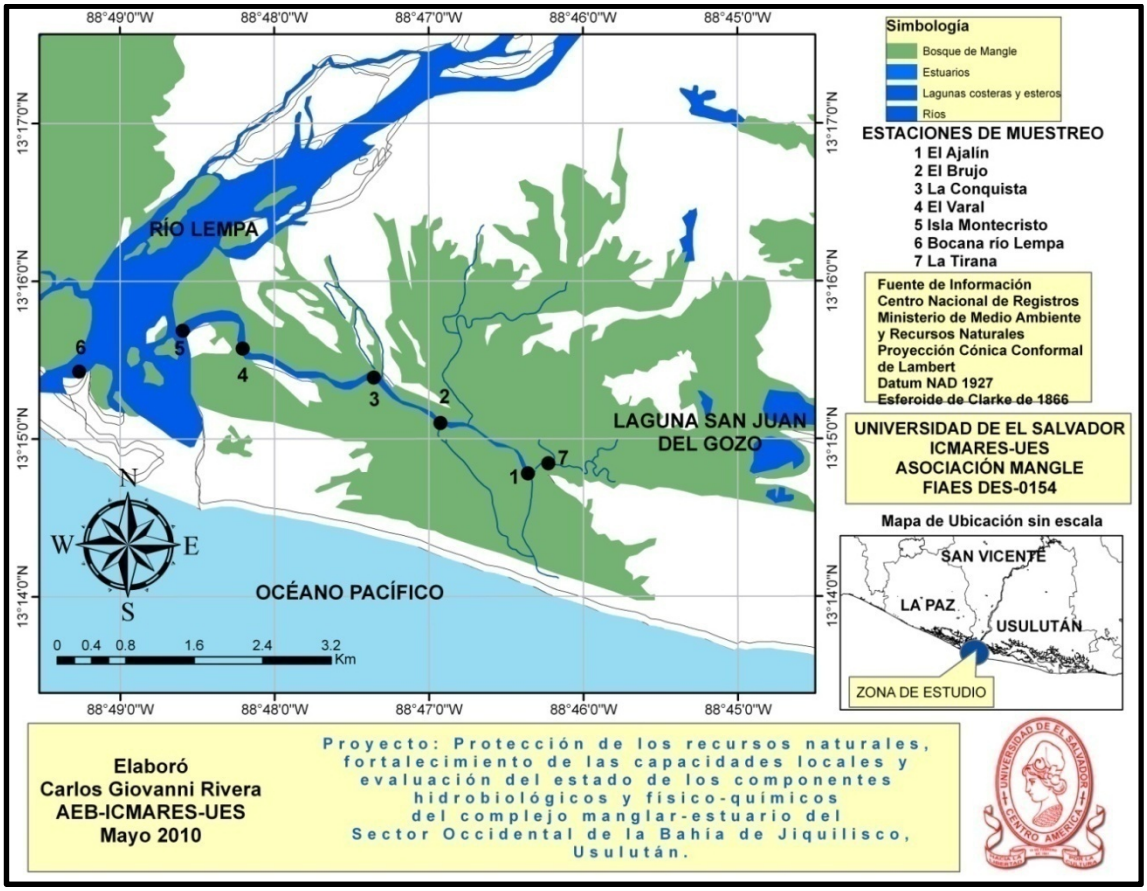


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.
Figure 1. Location map of sampling stations.

Trabajo de Laboratorio

Las muestras fueron lavadas con un tamiz de 0.5 mm para eliminar la formalina y el exceso de sedimento, así como aislar los organismos. Los ejemplares se colocaron en viales, según su tamaño, y se preservaron en alcohol etílico al 70%.

La identificación de los ejemplares se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscopio marca Motic, modelo Digital Stereozoom micro 1/EA, un microscopio compuesto marca Motic, modelo Digital Compound y equipo de disección, auxiliándose de las claves y referencias taxonómicas disponibles para los diferentes grupos: poliquetos (Fauchald, 1968, 1970, 1972, 1973, 1977a, 1977b, 1982, 1992, Hartmann-Schröder, 1959; Hartman, 1939, 1940, 1941, 1950, 1968, 1969, Salazar-Vallejo, *et al.* 1989, 1990, Uebelacker & Johnson, 1984, Rivera, 2007, Rivera & Romero, 2008; De León *et al.* 2009), moluscos (Zilck, 1954, Keen, 1971, Hernández, 1992; Cruz & Jiménez, 1994, Hertz & Kaiser, 2003, Rivera & González, 2009) y crustáceos (Bott, 1954, Orellana,1977, Moran, 1984, Fischer *et al.* 1995).

Los individuos identificados se colocaron en frascos etiquetados y se depositaron en la Colección de Referencia de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES) de la UES y en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León en México.

Análisis de Datos

Se calculó el Índice de diversidad (H') (Shannon y Weaver, 1963) y la equidad (J') (Pielou, 1966). Se eliminaron del análisis aquellos organismos cuyas dominancias en cada una de sus estaciones no superaron el 1 %, para realizar una agrupación de las estaciones y meses de muestreo por el Método de Escalamiento Multidimensional no métrico (nMDS) y dendrogramas jerárquicos, basados en matrices obtenidas con el índice de similitud de Bray-Curtis (Calrke & Warwick, 1994). Se calculó la densidad de organismos por unidad de área (ind/m^2) para estaciones y meses de muestreo. Para una mejor comprensión de la estructura

comunitaria, las familias de poliquetos se agruparon según sus hábitos alimentarios y formas de vida de acuerdo al esquema propuesto por Fauchald & Jumars (1979).

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas entre la densidad y las estaciones y meses de muestreo. La prueba t de Student fue aplicada para determinar diferencias significativas entre la abundancia numérica y densidad, riqueza de especies y diversidad y las épocas lluviosa y seca. Se aplicó el Índice de Correlación de Pearson para determinar la relación de las variables biológicas y ambientales (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, precipitación, caudal del río Lempa, nubosidad), asumido únicamente mayor de α 0.05. Todas las pruebas estadísticas fueron seguidas de acuerdo con lo estipulado por Ferran (2001) y se asumieron a un nivel de significación de $p < 0.05$.

Los análisis estadísticos fueron realizados en los programas Statistical Package for The Social Sciences (SPSS) 13 y Plymouth Routines for Multivariate Environment Research (PRIMER) 6.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia, diversidad

En la totalidad del estudio se procesaron 923 individuos pertenecientes a 27 especies distribuidas en siete grupos bentónicos: anélidos poliquetos (13 especies), moluscos (4 especies), crustáceos (6 especies), así como sipuncúlidos, nematodos, platelmintos y peces, con una especie respectivamente. El número de especies identificadas en el SOBJ es similar a las encontradas por Vasconcelos & Fuentes (1997) para el Golfo de Fonseca. En ambos casos, el número de especies es bastante inferior comparado a las 71 especies registradas para el Estero de Jaltepeque por Molina (1992) y a las 55 encontradas por Calles *et al.* (1995) para la franja central de la Bahía de Jiquilisco. Es posible que las marcadas diferencias con esos ambientes relativamente similares y muy cercanos geográficamente al SOBJ, se deban a variaciones de tipo local, especialmente a los aportes del río Lempa, al gradiente salino y a la

configuración topográfica del canal El Izcanal.

En el SOBJ cerca de la mitad de las especies bentónicas correspondieron a anélidos poliquetos, seguido en orden decreciente por crustáceos, moluscos y otros grupos. Esa proporción de riqueza específica de anélidos poliquetos ocurrió de forma similar, en la década pasada, en las comunidades bentónicas del Estero de Jaltepeque (+ 40%), franja central de la Bahía de Jiquilisco (~ 50%) y Golfo de Fonseca (~ 50%).

Los resultados de dominancia de la riqueza de especies de poliquetos en la comunidad béntica del SOBJ, son coincidentes con otros desarrollados en ecosistemas estuarinos de distintas partes del mundo como en Costa Rica (~ 37%) (Vargas, 1988), Chile (67%) (Thatje & Brown, 2009) India (41%) (Harkantra & Rodríguez, 2004) e Isla Fiji Francesa (32%) (Newel & Clavier, 1997).

La abundancia numérica de los anélidos poliquetos fue contundentemente superior a la de otros grupos, tanto así que sus 897 individuos constituyeron el 97% de todos los ejemplares analizados, constituyéndose en los claros dominadores de la comunidad bentónica del SOBJ. Hasta la fecha, en el litoral salvadoreño no se había determinado un ambiente tan abrumadoramente dominado por los anélidos poliquetos.

Las especies bentónicas más abundantes fueron los anélidos poliquetos *Capitella capitata* (76.70%), seguida de *Neanthes* sp. (8.34%), *Loandalia* sp. (3.47%) y *Dasybranchus* sp. (1.30%), todas ellas representaron el 92.74% de los individuos analizados, mientras que el resto de especies presentaron abundancias inferiores al 1%. Tal como ha sido señalado por la literatura local e internacional, los anélidos poliquetos son posiblemente el grupo más representativo de las comunidades bentónicas de fondos blandos en todos los mares, gracias a su elevado número de especies y abundancia numérica (Knox, 1977, Fauchald, 1977b, Salazar-Vallejo *et al.* 1989, Rouse & Pleijel, 2001, Rivera & Romero, 2008).

La densidad (ind./m^2) de la comunidad bentónica mostró diferencias significativas entre las

estaciones de muestreo (ANOVA, $p < 0.05$), siendo notablemente mayor en las estaciones de La Conquista y El Brujo, tanto en el ámbito de valores observados como en los amplios límites que presentaron, llegando a contener hasta un máximo de 19 333 (prom. 7 333 ± 6 533) y 18 166 ind/m^2 (prom. 5 777 ± 5 769) respectivamente. A mucha distancia le siguió la Isla Montecristo con un registro máximo aislado de 7 833 ind/m^2 (prom. 1 518 ± 2 530). El Varal (prom. 1 092 ± 1 364), El Ajalín (prom. 907 ± 870) y La Tirana (prom. 962 ± 923) presentaron densidades cercanas entre sí, pero debajo de los 3 333 ind/m^2. Por último La Bocana del río Lempa (prom. 111 ± 144) fue la estación que presentó los menores valores de densidad (**Figura 2**).

Teniendo en cuenta que el aporte más significativo de las densidades registradas en el SOBJ es por causa de *C. capitata*, es posible inferir que los nutrientes aportados por el río Lempa, que no llegan directamente al Izcanal por tratarse de un pequeño estero de barra, son arrastrados hacia su interior por las corrientes y la acción de la marea alta. La re-circulación ocurriría en marea baja en sentido inverso, dejando como hábitat propicio El Brujo y La Conquista para el oportunista *C. capitata.* En esos sitios la alta densidad se explicaría localmente por los ciclos mareales, la salinidad, la velocidad de las corrientes estuarinas y las perturbaciones físicas de los sedimentos (Ysebaert *et. al.* 2002, Deckere, 2003)

Además, en condiciones de exclusión de depredadores, se ha determinado que la población de *C. capitata* fluctúa en altas y bajas densidades dependiendo de la disponibilidad de suplemento alimenticio (Grémare *et al.* 1989). Lo anterior se podría aplicar al SOBJ si se considera que la máxima abundancia poblacional del efectivo depredador *Neanthes* sp. ocurrió en Isla Montecristo.

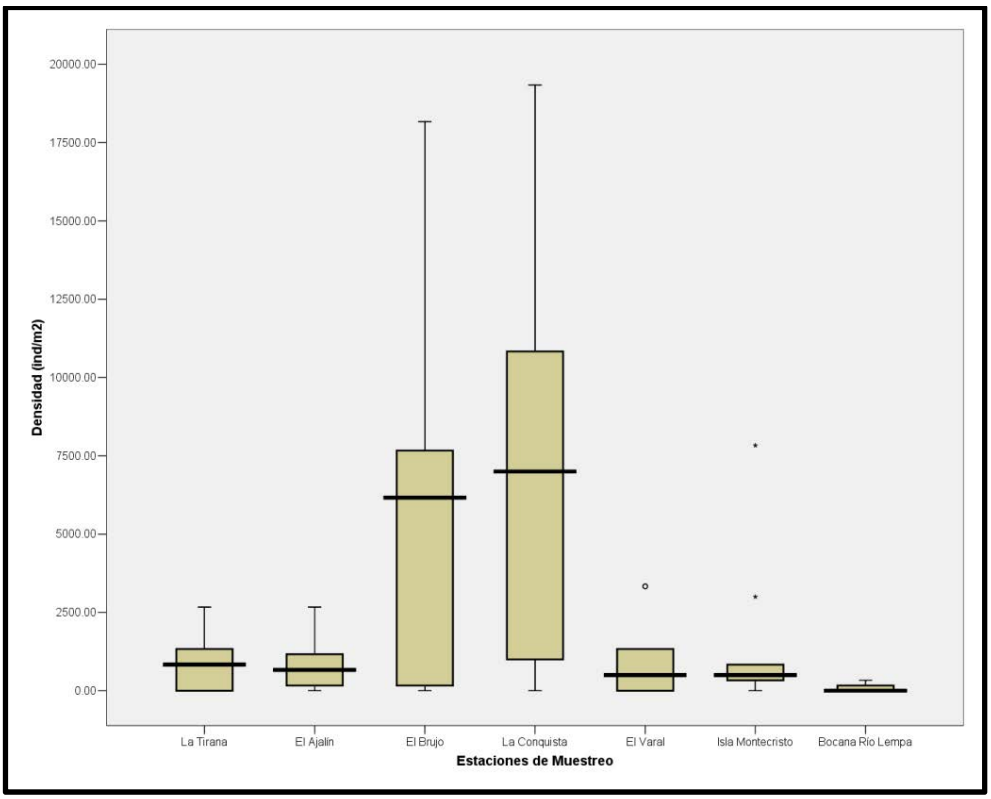


Figura 2. Densidad (ind/m²) de la comunidad macrobentónica por estación de muestreo en el SOBJ.
Figure 2. Density (ind/m²) of the macrobenthos community by sample station in the SOBJ.

No fueron detectadas diferencias significativas entre la abundancia por meses de muestreo (ANOVA $p > 0.05$). No obstante, los meses más sobresalientes en densidad fueron mayo (prom. 5 119 ± 4747), septiembre (prom. 5047 ± 6 706) y octubre (prom. 2 714 ± 2915). Las densidades máximas se registraron en julio 19 333 ind/m² (prom. 4 119 ± 6 872) y septiembre 18 166 ind/m². Por otro lado, los meses correspondientes a la época seca o transicional, marzo (prom. 214 ± 284), abril (prom. 261 ± 286) y noviembre (prom. 619 ± 965), presentaron las densidades más bajas. (**Figura 3**).

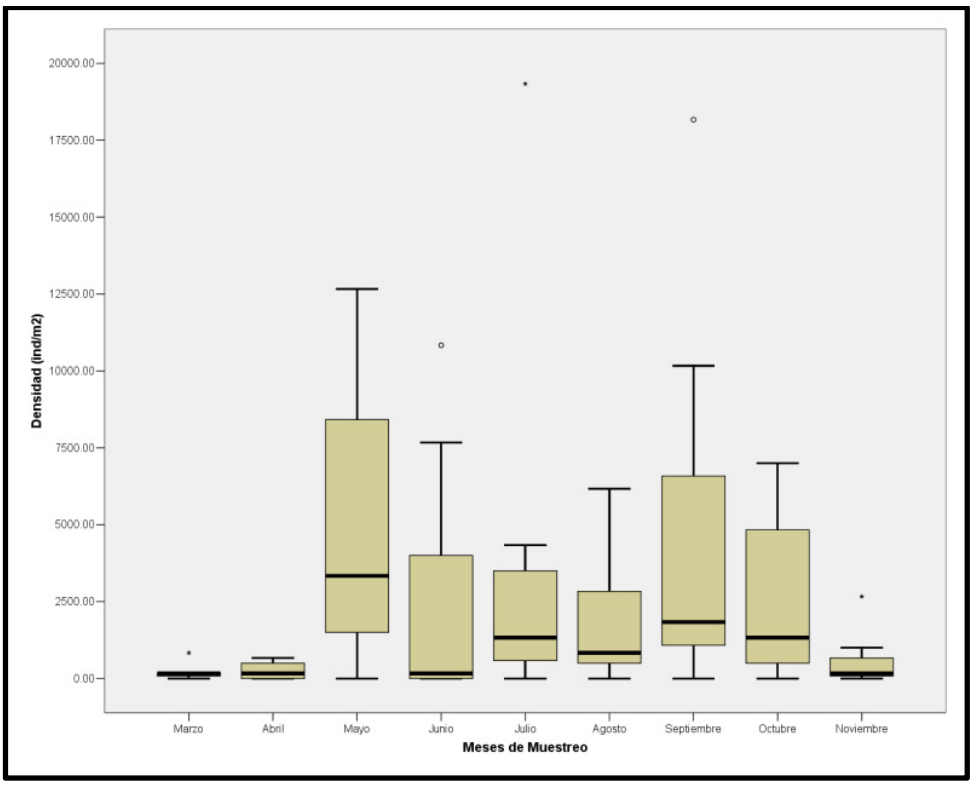


Figura 3. Densidad (ind/m²) de la comunidad bentónica por mes de muestreo en el SOBJ.
Figure 3. Density (ind/m²) of the macrobenthos community by sample month in the SOBJ.

La densidad mensual de *C. capitata* (prom. 13 092 ± 11 258) fluctuó entre los valores mínimos de 0.00 (ind/m²) en marzo y abril a las máximos de 31 833 (ind/m²) en septiembre y 25 333 (ind/m²) en julio. La densidad de la época lluviosa fue marcadamente superior (prom. 19 166 ± 8 301) que la época seca (prom. 944 ± 1 635) (**Figura 4**). De acuerdo con Grémare *et al.* (1989), los ensayos de laboratorio indican que ante suficiente disponibilidad de alimento, las fluctuaciones poblacionales de *C. capitata* pueden oscilar entre 10 000 y 205 000 (ind/m²). En el SOBJ la densidad de esa especie, con excepción de agosto (8 500 ind/m²), se mantuvo en los niveles descritos por ese autor en prácticamente toda la época lluviosa.

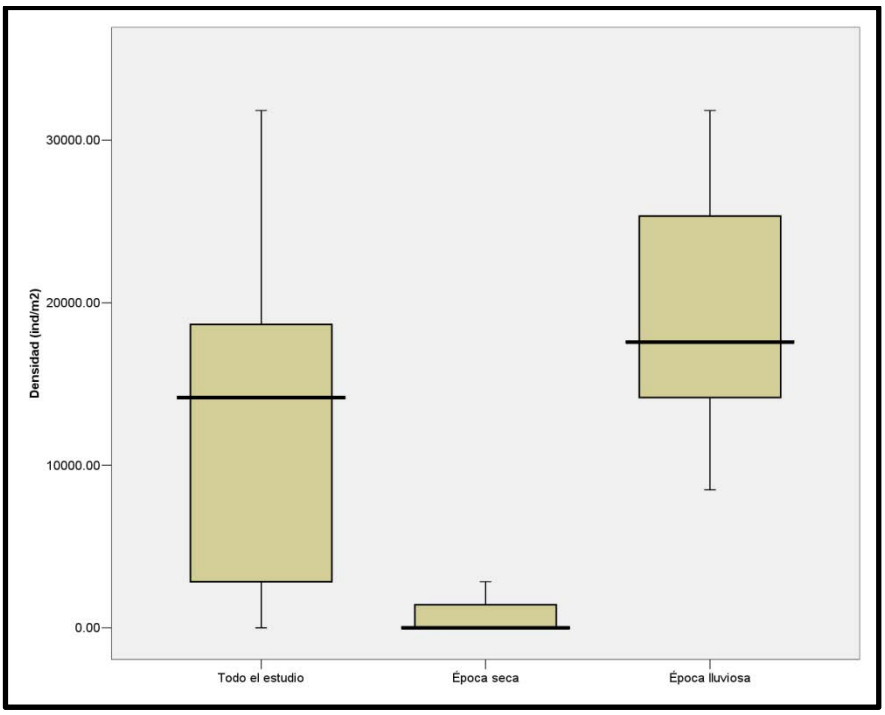


Figura 4. Comparación de la fluctuación estacional de la densidad (ind/m²) de *Capitella capitata* en el SOBJ.
Figure 4. Comparison of stational variation of density (ind/m²) of *Capitella capitata* in the SOBJ.

Las fluctuaciones de *C. capitata* fueron las responsables de las considerables diferencias de densidad en meses de época seca y lluviosa. Se ha determinado una respuesta inmediata a la disponibilidad de nutrientes por parte de los organismos oportunistas, que muestran incrementos poblacionales abruptos debido a altas tasas reproductivas y elevadas tasas de reclutamiento (Levin & Creed, 1986, Zajac, 1986, Grémare, *et al.* 1989). De hecho, ensayos experimentales demuestran que *C. capitata* es altamente sensible a cambios en la disponibilidad de alimento y que acomoda sus tasas reproductoras a tales condiciones (Grémare *et al.* 1988). Bajo ese esquema *C. capitata* incrementaría su población colonizando un ambiente adverso para otras especies en la época lluviosa gracias a la disponibilidad de abundante alimento y la disminuiría en la época seca por la falta del mismo.

La densidad máxima registrada para el SOBJ correspondiente a *C. capitata* (31 833 ind/m²), es muy superior a la

determinada por Calles *et al.* (1995) para la región central de la Bahía de Jiquilisco, que situó la densidad máxima en 9 777 (ind/m^2) y a los 1 119 (ind/m^2) reportados para el Golfo de Fonseca (Vasconcelos & Fuentes, 1997). Asimismo, pero con diferencias menos pronunciadas, si se compara con la densidad máxima del Estero de Jaltepeque (23 582 ind/ m^2) reportadas por Molina (1992). En términos similares y con la excepción de la India, los valores de densidad registrados para el SOBJ son mayores que los de otros países, aunque relativamente similares a Costa Rica (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de valores de densidad y especie dominante en el SOBJ y otros países.
Table 1. Comparison of density and dominant specie in the SOBJ and other countries.

País	Densidad máxima (ind/m^2)	Densidad promedio (ind/m^2)	Especie dominante	Referencia
El Salvador	31 833	13 092 ± 11 258	*Capitella capitata*	Este estudio
Costa Rica	25 421	14 798 ± 6 170	*Polydora citrona*	Vargas (1988)
India		16 000 ± 1 036		Kurian (1984)
Malasia	2 742		Paraonidae	Saleha *et al.* (2009)
España	15 000	5049	Oligochaeta	Baldó *et al.* (2001)
Inglaterra	10 011		*Abra alba*	Hoey *et al.* (2007)

Diversidad

La diversidad del bentos del SOBJ fluctuó de 0.00 a 2.00 (prom. 0.62 ± 0.64) en las estaciones de muestreo a lo largo del estudio, los meses que presentaron la diversidad máxima registrada de 2.0 (bits/individuo) fueron abril, mayo y julio, en ellos se observó altos niveles de equidad. Los meses de marzo y junio comparten mucha similitud en los valores de diversidad (0.00) pese a que las diferencias en cuanto al número de individuos hayan sido considerables. La Conquista destacó por ser el único sitio que presentó diversidad en todos los meses de muestreo. Con excepción de la Bocana del río Lempa que presentó diversidad en 4 meses de muestreo, el resto de sitios presentaron un ámbito de diversidad entre 6 y 8 meses. El Varal únicamente presentó registros de diversidad en la época seca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diversidad espacial y temporal de la Comunidad macrobentónica en el SOBJ.
Table 2. Spatial and temporal diversity of the macrobenthonic community in the SOBJ

Estación	Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'
La Tirana	***	***	***	***	2.00	0.86	***	***	0.00	***	1.00	1.00	1.52	0.96	0.54	0.54	0.67	0.42
El Ajalín	0.00	***	2.00	1.0	1.56	0.98	0.00	***	1.58	1.00	0.72	0.72	1.10	0.69	0.00	***	***	***
El Brujo	0.00	***	***	***	0.67	0.42	0.00	***	2.00	1.00	0.79	0.39	0.28	0.14	0.35	0.22	0.00	***
La Conquista	0.00	***	0.92	0.91	0.75	0.38	0.00	***	0.00	***	0.93	0.59	0.33	0.21	0.53	0.34	1.00	1.00
El Varal	***	***	***	***	0.34	0.34	1.00	1.00	1.58	1.00	0.99	0.99	0.54	0.54	0.00	***	***	***
Isla Montecristo	1.00	0.96	1.58	1.00	0.59	0.25	***	***	0.00	***	0.00	***	1.25	0.79	***	***	0.00	***
La Bocana Lempa	***	***	0.00	***	***	***	***	***	0.00	***	***	***	***	***	0.00	***	0.00	***

A excepción de junio, se observó una tendencia de registros de diversidad en casi todas las estaciones de muestreo en el SOBJ durante los meses de la época de lluvias. Esta valoración es probablemente el resultado de mayores flujos de nutrientes provenientes del río Lempa y a los consecuentes incrementos de biomasa de algunas especies que se registran en el ecosistema estuarino.

Es importante destacar que la mayoría de estaciones de muestreo presentaron diversidad menor o igual que 1.00 bits/individuo (77%), lo que sugiere una comunidad con alto grado de perturbación, con relativamente pocas especies, distribuidas en aproximadamente dos tipos de sitios, la mitad de ellos, con abundancias marcadamente diferentes (54%) (J' < 0.6) mientras que la otra con similares abundancias entre sí (46%) (J' > 0.7).

Los valores máximos de diversidad del SOBJ (H' 2.00) son bastante más bajos comparado con otros ecosistemas estuarinos salvadoreños, como la franja central de la Bahía de Jiquilisco (H' 3.42) (Calles *et al.* 1995), Estero de Jaltepeque (H' 4.5) (Molina, 1992) y Golfo de Fonseca (H' 3.98) (Vasconcelos & Fuentes, 1997). No obstante las marcadas diferencias, los datos de esos ambientes corresponden a estudios realizados hace más de una década, por lo que más allá de las diferencias locales,

podría esperarse que esos ecosistemas hayan sufrido algún grado de alteración desde entonces.

Hábitos alimentarios y formas de vida

Considerando que los anélidos poliquetos son el grupo más abundante y diverso del SOBJ, sus implicaciones ecológicas en la dinámica de los sedimentos del ecosistema estuarino son preponderantes. Por tanto, la determinación de sus hábitos alimentarios, formas de vida y patrones de movilidad contribuyen de gran manera a comprender su papel en el ambiente del SOBJ. En ese sentido, en esta contribución se determinó que un total de seis (6) familias de anélidos poliquetos del SOBJ fueron catalogadas como organismos carnívoros, el resto correspondió a familias sedimentívoras. La mayoría de organismos se alimentarían a través de estructuras mandibulares y faríngeas para obtener su alimento. La característica importante a destacar es el hecho que todas las familias de anélidos poliquetos del SOBJ son móviles (Cuadro 3).

Cuadro 3. Hábitos alimentarios y formas de vida de los poliquetos del SOBJ.
Table 3. Feeding habits and life patterns of polychaetes in the SOBJ

Familia	Hábito alimentario	Estructura alimentaria básica	Patrón de movilidad
Phyllodocidae	CARNÍVORO	FARINGE	MÓVILES
Nereididae	OMNÍVORO	MANDÍBULA	
Pilargidae	CARNÍVORO-OMNÍVORO	MANDÍBULA	
Pisionidae	SEDIMENTÍVORO DE SUBSUPERFICIE	FARINGE	
Capitellidae	SEDIMENTÍVORO DE SUPERFICIE	FARINGE	
Nephtyidae	CARNÍVORO	MANDÍBULA	
Spionidae	SEDIMENTÍVORO	TENTÁCULOS	
Lumbrineridae	CARNÍVORO	MANDÍBULA	
Orbiniidae	SEDIMENTÍVOROS	FARINGE	
Amphinomidae	CARNÍVORO	FARINGE	
Pectinariidae	SEDIMENTÍVOROS	FARINGE	

Calidad del ecosistema estuarino

La especie indicadora de contaminación identificada en el SOBJ fue *Capitella capitata*. A esa especie se le ha considerado tradicionalmente como indicador de ambientes con alto contenido de materia orgánica (Cuadro 4). Esta información es relevante tomando en cuenta que los niveles tróficos altos son extremadamente sensibles a acumulación de contaminantes. Consecuentemente, no solo las especies tolerantes u oportunistas serían impactados por perturbaciones ambientales, sino que el ecosistema estuarino completo se podría ver afectado en su integralidad por la contaminación (Eleftheriou & McIntyre, 2001).

Cuadro 4. Caracterización y distribución de especies indicadoras de contaminación determinadas en el SOBJ.
Table 4. Characteristics and distribution of pollution indicators species in the SOBJ.

Familia	Especie	Tipo de Indicador	Caracteristicas Ecológicas relevantes	Distribución SOBJ	Distribución El Salvador
Capitellidae	*Capitella capitata*	Materia orgánica	Especie sedimentívora oportunista. Grandes concentraciones en ambientes perturbados	En todo el canal El Izcanal, principalmente en El Brujo y La Conquista.	Estero San Diego (Canjura, 1996), Bahía de Jiquilisco (Calles *et al.* 1995), Golfo de Fonseca (Vaconcelos & Fuentes, 1997)

El oportunista *C. capitata* claro dominador del SOBJ, ha recibido atención desde hace medio siglo, por su capacidad de colonizar o proliferar en ambientes perturbados, especialmente aquellos que han sido defaunados totalmente (Kolmel, 1979, Tsutsumi & Kikuchi, 1983). El papel de esa especie como indicador universal de sedimentos perturbados con alto contenido de materia orgánica ha sido ampliamente documentado (Tsutsumi, 1987, Tsutsumi *et al.* 1990, Salazar-Vallejo, 1991; De la Lanza, 2000). Tal como se ha demostrado en estudios de campo, la población de *C. capitata* presenta crecimientos acelerados en

condiciones de cantidad de alimento favorables y subsecuentes declives en condiciones inversas (Grassle & Grassle, 1976, Tsutsumi 1987).

Por otro lado, pese a que en El Salvador no existe ningún valor oficial básico de la diversidad a los fondos marinos a partir del cual se establezca la salud del ecosistema, los registros de diversidad del SOBJ caerían en la categoría de fondos malos (1 - 2 H') y muy malos (H' < 1), si se adoptara la clasificación Noruega a partir del índice de diversidad de Shannon-Wiener para ambientes impactados (Hansen *et al.* 2001).

Distribución espacial

Se observó claramente a través de los dendrogramas jerárquicos y del nMDS que las estaciones de muestreo se agruparon por pares a lo largo del canal El Izcanal: La Conquista y El Brujo, que fueron las estaciones más similares entre sí, La Tirana y El Ajalín y por último El Varal e Isla Montecristo (**Figuras 5** y **6**). Se ha sugerido que en escala local, puede existir gran variabilidad en el reclutamiento y consecuente abundancia de las especies, causada tanto por factores ambientales (salinidad, temperatura, corrientes) como por las relaciones inter-específicas propias de la comunidad, que podrían interactivamente aumentar/disminuir la población de determinadas especies (Keough, 1998, Eleftheriou & McIntyre 2001). En el SOBJ se observó durante el estudio que la salinidad del Izcanal mostraba un gradiente de incremento conforme la cercanía a las estaciones de los extremos (bocana e interior), dejando menos salinas al Brujo y La Conquista. Esta condición, sumado a varios factores, como la topografía del estuario; las corrientes estuarinas; las condiciones fluctuantes de arrastre de nutrientes impuestas por las mareas; la habilidad intrínseca de algunas especies de tolerar tales condiciones; y las tasas de depredación, podrían constituirse en los factores determinantes del agrupamiento espacial de las estaciones de muestreo.

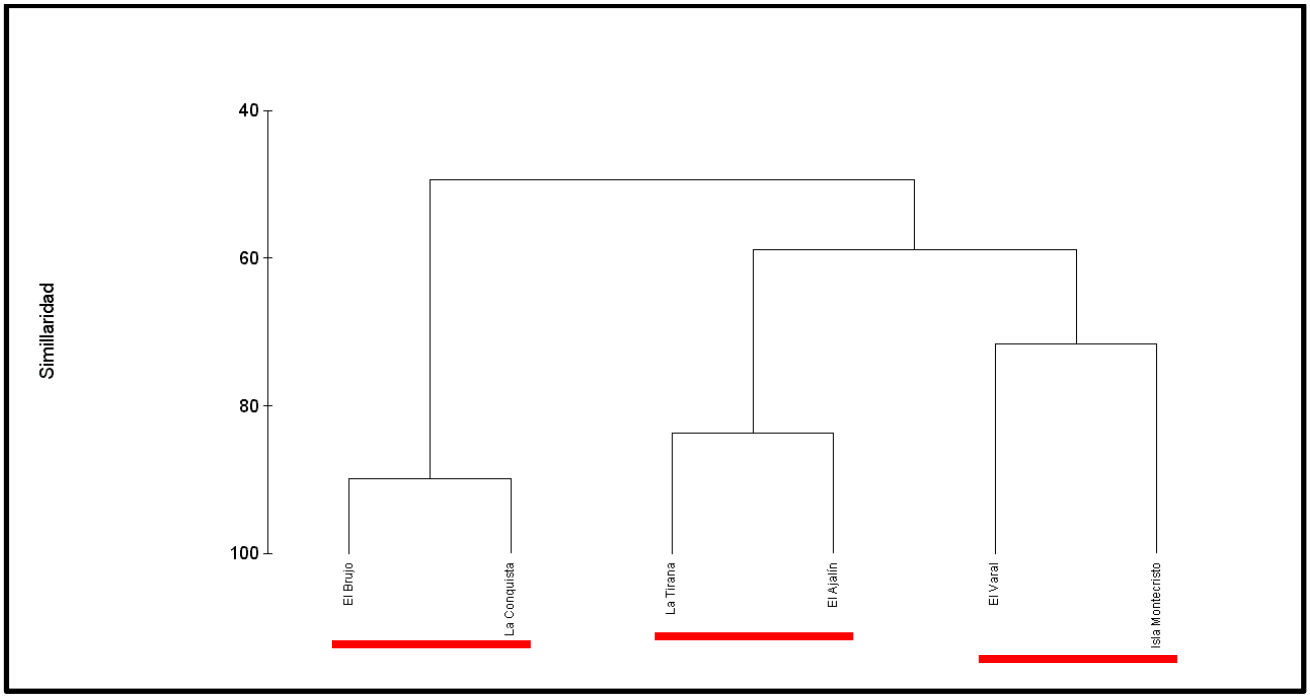


Figura 5. Similitud de las estaciones de muestreo por el método de Dendrograma jerárquico en el SOBJ.
Figure 4. Similarity of sample stations by cluster method in the WJB.

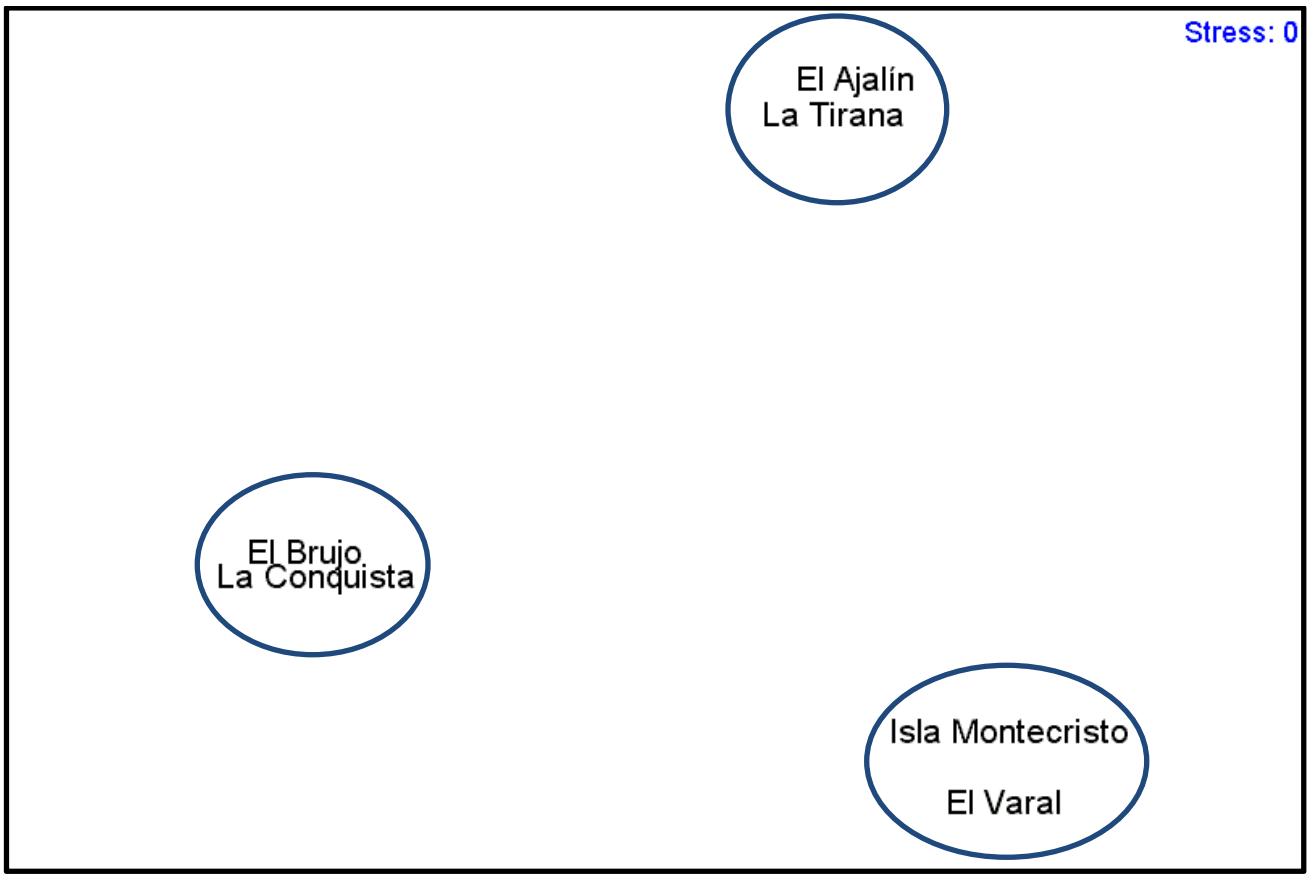


Figura 6. Agrupamiento de las estaciones de muestreo por el método nMDS en el SOBJ.
Figure 5. Grouping of the sample stations by nMDS method in the WJB.

Distribución temporal

Los meses de la época seca fueron marcadamente separados de la época de lluvias, tanto por el dendrograma jerárquico como por el gráfico nMDS (**Figuras 7** y **8**). La prueba t de Student confirmó diferencias significativas entre todas las variables biológicas analizadas (abundancia numérica, densidad, diversidad y riqueza de especies) (t STUDENT $p < 0.05$). En este caso el aporte hidrológico del río Lempa, producto de las precipitaciones de la época lluviosa, es el responsable de altos niveles de nutrientes que son re-circulados posteriormente en el SOBJ, causando fluctuaciones poblacionales de *C. capitata,* especie oportunista más abundante del ecosistema estuarino.

El análisis temporal permite identificar los impactos sobre los fondos marinos y sobre los ecosistemas de los que son parte. Es especialmente de interés la determinación de aquellos impactos que modifican la estructura de las comunidades en prolongados períodos de tiempo (Bender *et al.* 1984). Por lo general, tales impactos producen grandes fluctuaciones de abundancia, por lo que son más fácilmente asignables a agentes concretos (Eleftheriou & McIntyre 2001). Bajo el esquema anterior, se observa en la época lluviosa una alteración en la comunidad bentónica estuarina del SOBJ, aumentando los niveles de abundancia numérica y de la riqueza de especies (**Figura 9**).

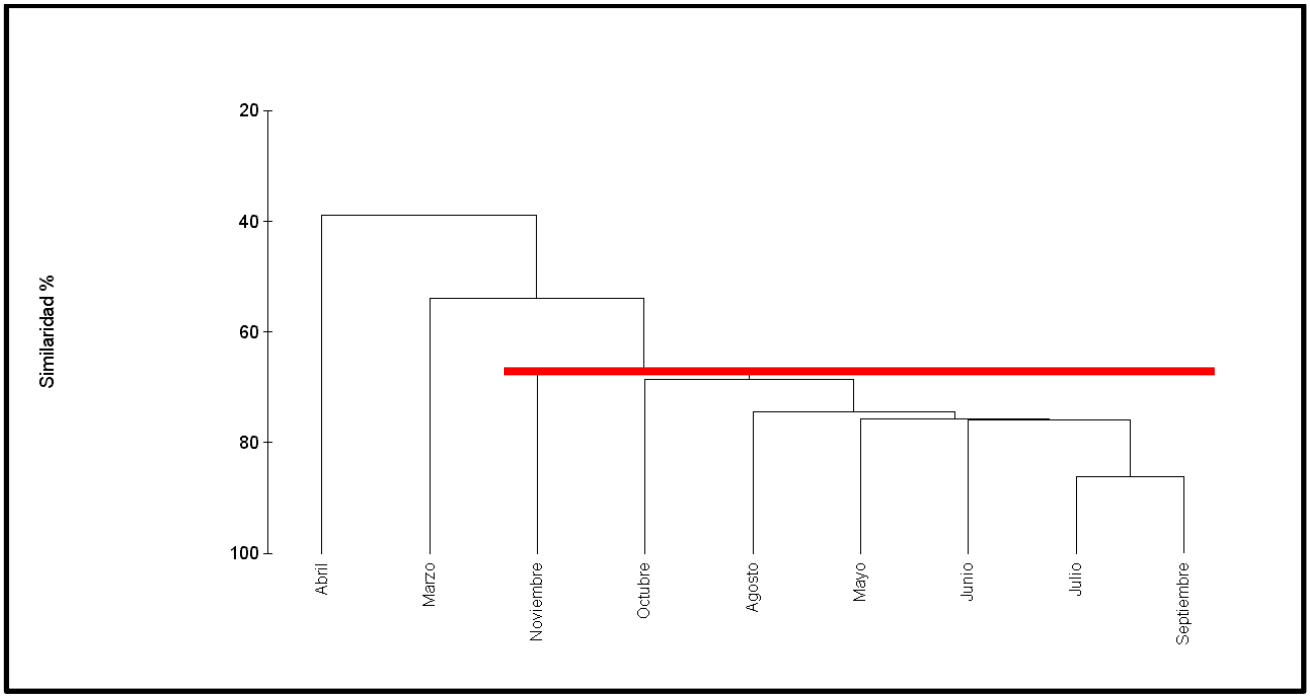


Figura 7. Similitud de los meses de muestreo por el método de Dendrograma jerárquico en el SOBJ.

Figure 7. Similarity of sample months by cluster method in the WJB.

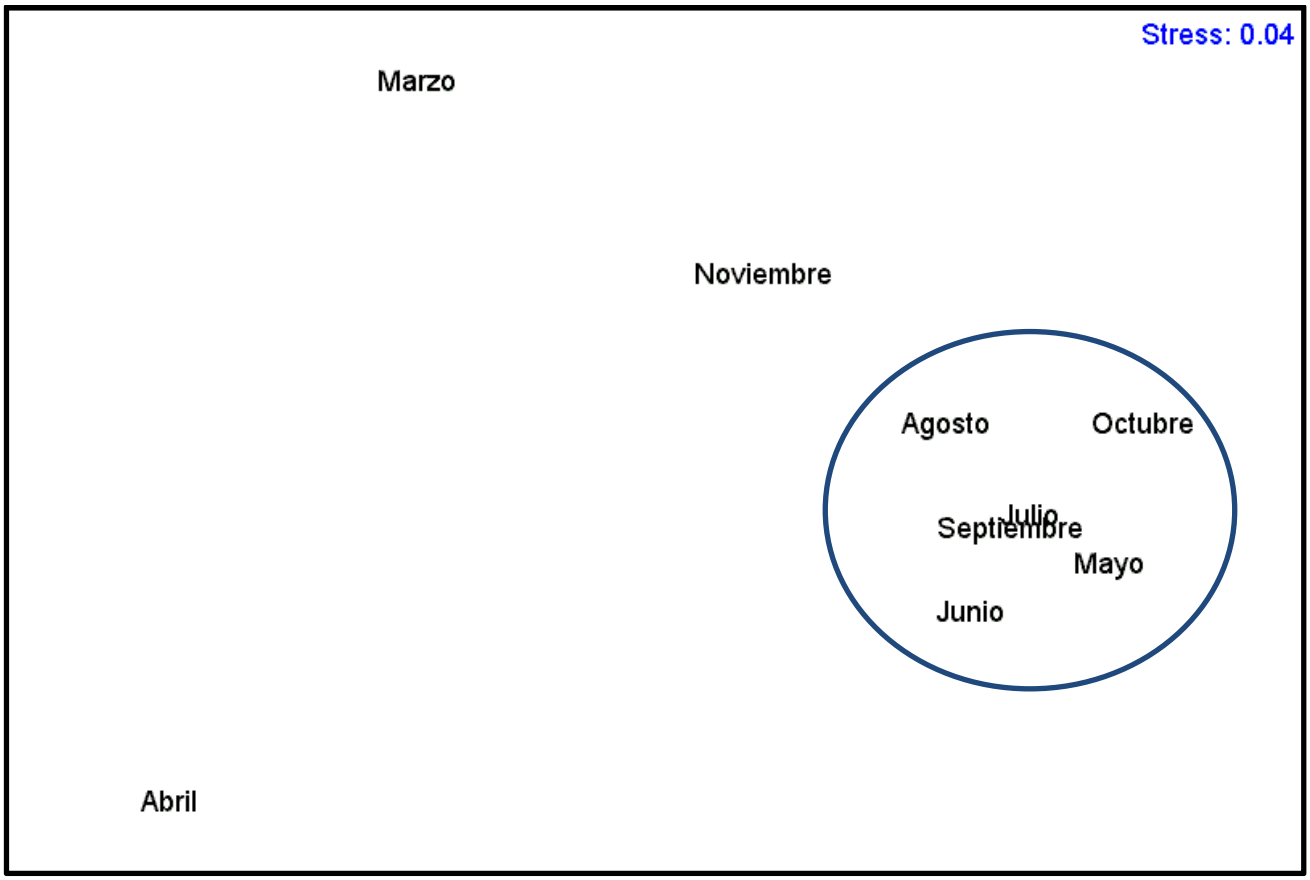


Figura 8. Agrupamiento de los meses de muestreo por el método nMDS en el SOBJ.

Figure 8. Grouping of the sample months by nMDS method in the SOBJ.

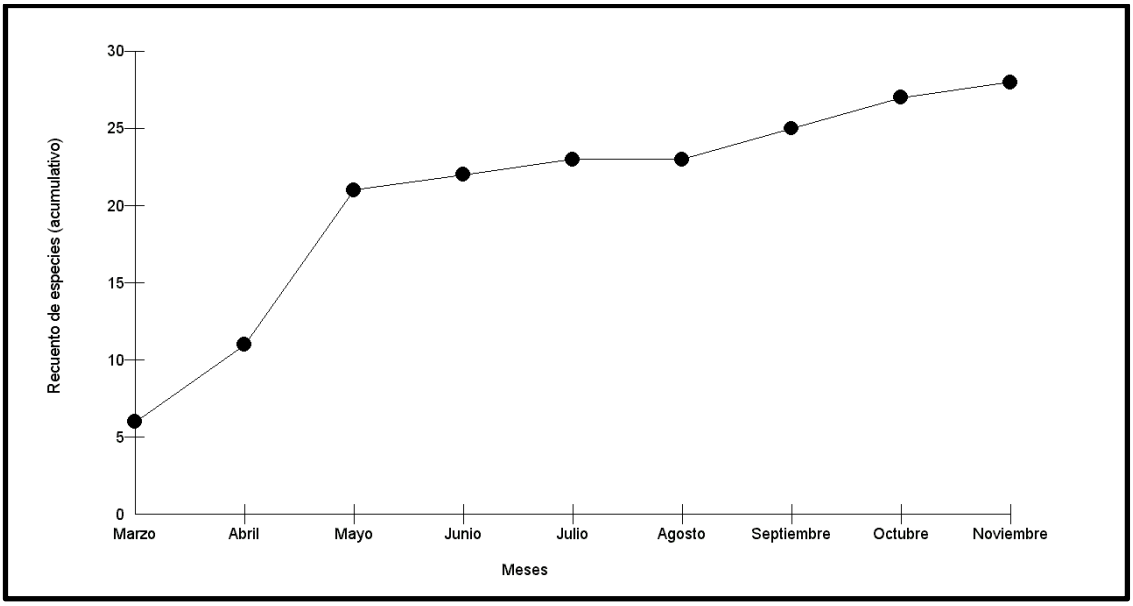


Figura 9. Recuento de especies acumulado por mes de muestreo en el SOBJ.

Figure 9. Species account by sample months in the WJB.

Correlación de variables

Con la notable excepción del caudal del río Lempa que mostró una correlación positiva con las variables biológicas, el resto de variables ambientales se correlacionaron escasamente (Cuadro 5). Esta situación reafirma las fuertes implicaciones del río Lempa en la estructura de la comunidad macro-bentónica del SOBJ, derivadas de la fluctuación de sus caudales a causa del período de lluvias. Al igual que en esta contribución, en los estuarios de Texas (USA) se determinó que los aportes de agua dulce aportados por los ríos tienen repercusiones directas, pero predecibles sobre las comunidades bentónicas marinas (Montagna, 1997).

Cuadro 5. Correlación de factores ambientales con variables biológicas en el SOBJ.
Table 5. Correlation of environmental and biological variables in the SOBJ.

Variables biológicas	Parámetros ambientales							
	Caudal del río lempa	Tº agua ºC	Oxígeno disuelto	Salinidad	pH	Tº ambiental	Precipitación	Humedad relativa
Abundancia	0.60 *	0.01	-0.02	-0.21	-0.12	-0.18	0.35	0.31
Densidad	0.70*	0.17	-0.02	-0.18	0.06	-0.09	0.30	0.31
Diversidad	-0.21	0.15	-0.18	0.31	-0.24	0.25	0.00	-0.04
Riqueza de especies	0.27	0.22	-0.21	0.21	-0.02	0.01	0.16	0.20

*** Significación**

Sistemática

Phyllum Annelida Lamarck, 1809

Clase Polychaeta Grube, 1850

Familia Amphinomidae Lamarck, 1818

Amphinome sp.

Familia Capitellidae Grube, 1862

Capitella capitata Fabricius, 1780

Dasybranchus lumbricoides Grube, 1878

Notomastus sp.

Familia Lumbrineridae Schmarda, 1861

Lumbrineris sp.

Familia Nephtyidae Grube, 1850

Nephtys sp.

Nereididae Johnston, 1865

Neanthes sp.

Familia Orbiniidae Hartman, 1942

Scoloplos armiger Hartmann-Shröder, 1959

Familia Pectinariidae Quatrefages, 1866

Pectinaria sp.

Familia Phyllodocidae Ørsted, 1843

Phyllodoce sp.

Familia Pilargidae Saint-Joseph, 1899

Loandalia sp.

Familia Pisionidae Ehlers, 1901

Pisionidens indica Aiyar & Alikuhni, 1940

Familia Spionidae Grube, 1850

Paraprionospio pinnata Ehlers, 1901

Phyllum Mollusca

Clase Bivalvia

Superfamilia Tellinoidea

Familia Donacidae

Donax dentifer Hanley, 1843

Familia Tellinidae

Tellina ecuadoriana Pilsbry & Olsson, 1941

Superfamilia Corbiculoidea

Familia Corbulidae

Polymesoda mexicana Broderip & Sowerby 1829

Gastropoda

Cyclostremiscus sp.

Phyllum Arthropoda Latreille, 1829

Mandibulata Snodgrass, 1938

Crustacea Pennant, 1977

Malacostraca Latreille, 1802

Eumalacostraca Grobben, 1892

Decapoda Latreille, 1802

Ocypodoidea Rafinesque, 1815

Ocypodidae

Uca sp.

Familia Ucididae Števčić, 2005

Ucides occidentalis Ortman, 1897

Isopoda Latreille, 1817

Cirolanidae Hansen, 1890

Excirolana chiltoni Richardson, 1905

Sipunculiformes

Sipunculidae Raffinesque, 1814

Sipunculus sp.

Grupos no determinados

Clase Polychaeta

Larvas no determinadas

Superclase Crustacea

Anomuro

Cumaceo

Phyllum Platyhelminthes

Platelminto no determinado.

Phyllum Nematoda

Nemátodo no determinado.

Phyllum Chordata

Actinopterygii

Cyprinodontiformes

Anguila no determinada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En el ecosistema estuarino del SOBJ se modifica la estructura y funcionamiento de la comunidad macro-bentónica, principalmente por causa de las fluctuaciones estacionales de los caudales del río Lempa, que aportan grandes cantidades de aguas dulces y nutrientes – además de contaminantes – que modifican la dinámica de los sedimentos. Estas condiciones cambiantes anualmente, son aprovechadas por especies oportunistas que, bajo condiciones ambientales propias de cada sección del estuario, incrementan o declinan abruptamente su población dependiendo la época del año.
2. En general, las condiciones de la comunidad macro-bentónica reflejan un ambiente altamente impactado, caracterizado por baja diversidad, variaciones pronunciadas de la abundancia numérica de algunas especies oportunistas y la presencia de especies indicadoras de contaminación orgánica y metales pesados. Pese a ello, los notables incrementos de abundancia, aunque solamente sea estacional, conllevan al aumento de biomasa que se encuentra disponible para otros eslabones alimenticios en el ecosistema, entre los que podrían encontrarse peces bentónicos (bagres, anguilas, entre otros) u otros grupos. En este sentido, se propone un análisis del balance de masas del ecosistema de manglar, lo que daría pistas claras del funcionamiento de los diferentes compartimientos (productores, consumidores, descomponedores).
3. Considerando la importancia de la comunidad macro-bentónica en la dinámica de los sedimentos del SOBJ y su connotado papel en la integralidad del ecosistema estuarino, se sugiere el monitoreo de sus cambios estructurales y funcionales de la comunidad en mayores escalas temporales. De hecho, teniendo en cuenta la utilidad de estos organismos en la determinación de los de los impactos de origen humano o natural, sean estos de corta o larga duración, el monitoreo de

este grupo podría servir para registrar, en amplias zonas de la costa salvadoreña, los efectos de fenómenos de escala global, regional o local.

AGRADECIMIENTOS

La recolecta de muestras fue posible gracias a la destacada labor de Carlos Barahona, Manuel González, Gonzalo Reyes, Douglas Chica, Dimas Molina, Lisandro Hernández, Cornelio Rubio, Adán Velásquez y Gilberto Lobo. En el lavado de muestras participaron laboriosamente Damián Córdova, Oscar Acosta y Paz Yáñez. La información meteorológica fue gentilmente proporcionada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). El manuscrito fue enriquecido notablemente por los valiosos aportes, comentarios y sugerencias de Guillermo San Martín Peral, Enrique Barraza Sandoval, Elva Escobar Briones y Oscar Molina Lara.

REFERENCIAS

- Alegría J. 1978. Análisis bacteriológico de muestras de conchas o curiles *Anadara tuberculosa* Sowerby colectada en la Bahía de Jiquilisco. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador Tesis de Licenciatura. 98 pp.
- Alongi, D. 1989. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. Rev. Biol. Trop. 37: 85-100.
- Aquino, A. & J. Gálvez. 1997. Estudio del desarrollo gonádico del "curil" *Anadara tuberculosa* en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 60 pp.
- Aparicio, G. E. & T. Pleitéz. 1993. Influencia de la Temperatura, Humedad Relativa y Radiación solar en el desarrollo gonadal del "punche" (*Ucides occidentalis*) en la Barra de Santiago. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 81 pp.
- Baldó, F., Arias, M. & P. Drake. 2001. La comunidad macrobentónica del estuario del Guadalquivir. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 17 (1 y 2): 137-148.

- Ball, E. 1972. Observations on the Biology of Hermit crab *Coenobita compressus* Milne Edwards (Decapoda: Anomura) on the best coast of the Americas. Rev. Biol. Trop. 20: 256-273.
- Ball E. & J. Haig. 1974. Hermit Crabs from the Tropical Eastern Pacific. I. Distribution, color and natural history of some shallow water species. Bulletin of Southern California Academic of Science. 73: 95-104.
- Barraza, J. E. 1994. Guía Ilustrada de Algunos poliquetos (Annelida: Polychaeta) de Solymar, La Libertad, El Salvador. Boletín Técnico N° 2. Asociación Amigos del Árbol (A.M.A.R.). San Salvador. 17 pp.
- Barraza, J. E. 2000. Comentarios sobre la diversidad de macroinvertebrados Marinos de El Salvador. Publicación Ocasional N° 2. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 15 pp.
- Barraza, J. E. 2009. Food poisoning due to consumption of the marine gastropod *Plicopurpura columellaris* in El Salvador. Toxicon 54: 895–896.
- Bender, E., Case, T. & M. Gilpin. 1984. Perturbation experiments in community ecology: theory and practice. Ecology. 65: 1–13.
- Bequaert J. 1942. Random notes on American Potamididae. Nautilus 56 (1): 20-30.
- Beukema, J. & G. Cadee. 1997. Local differences in macrozoobenthic responses to enhanced food supplied caused by mild eutrophication in a Waden Sea: food is only locally a limit factor. Lomnol. Oceangr. 42: 1424-1435.
- Bott, R. 1954. Dekapoden (Crustacea) aus El Salvador. 1. Winkerkrabben (*Uca*). Senckenbergiana biologica 35 (3-4):155-180.
- Calles, A,, Fuentes, N. & N. Serrano. 1995. Estudio preliminar de la Comunidad Macrobentónica de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután, Marzo y Septiembre de 1993. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 40 pp.
- Canjura, J. N. 1996. Composición de anélidos poliquetos durante la estación transicional lluviosa-seca en el manglar del Estero de San Diego, La Libertad. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 41 pp.
- Carranza, O. & F. Mejía 2001. Estudio sobre densidad de población, Distribución y Abundancia Relativa del "Punche" *Ucides occidentalis* en la Bahía de Jiquilisco. FIAES - Fundación REDES 22 pp.

- Carranza, O. & F. Mejía 2002. Estudio de Población del "punche" *Ucides occidentalis*, en la Bahía de Jiquilisco. Fundación Salvadoreña para la Reconstrucción y el Desarrollo REDES 20 pp
- Carranza, O. 2004. Diagnostico de la situación actual de las poblaciones de crustáceos decápodos "punches" *Ucides occidentalis* y "tihuacales" *Cardisoma crassum*, en el área natural protegida Barra de Santiago. Proyecto " rotulación ecológica, ecoturismo y saneamiento ambiental en Barra de Santiago" Ramsar-fondo Humedales para el futuro RAMSAR, US. Fish &Wildlife Service Department of State United States of America 24 pp.
- Chávez J. 1998. Biometría de *Anadara similis* y *Anadara tuberculosa* en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura 28 pp.
- Clarke K. R. & R. M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Cruz, R. & J. Jiménez. 1994. Moluscos asociados a las áreas de manglar de la costa Pacífica de América Central. Fundación UNA, Heredia, Costa Rica. 182 pp.
- Deckere, E. 2003. Faunal influence on stability in intertidal mud flats. Netherlans Institute of Ecology. Tesis Doctoral. 112 pp.
- De la Lanza, G. 2000. Criterios generales para la selección de bioindicadores. p. 17-42. *En:* De la Lanza, G., Hernández, P. & Carbajal, P. (Eds). Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdés. México. 633 pp.
- De León-González, J., Bastida-Zavala, J., Carrera-Parra L., García-Garza, M., Peña-Rivera, A., Salazar-Vallejo, S. & V. Solís-Weiss. (Eds). 2009. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Tomos I y II. UANL. Monterrey, N.L., México. 737 p.
- De León González, J. A., C. G. Rivera & M. Romero. 2004. Sublittoral Eunicidae and Onuphidae (Polychaeta) from soft bottom off El Salvador, eastern pacific. J. Mar. Biol. Ass. U.K, 84: 93-101.
- Efford, I. 1976. Distribution of sand crab in genus Emerita (Decapada, Hippidae). Crustaceana. 30: 169-183.
- Eleftheriou, A. & A. McIntyre. Eds. 2001. Methods for the Study of Marine Benthos. 3a ed. Blackwell Science, Oxford. 418 pp.

- Hoey, G., Vincx, M. & S. degraer. 2007. Temporal variability in the Abra alba community determined by global and local events. J. Sea. Res. 58: 144–155.
- Fauchald, K. 1968. Onuphidae (Polychaeta) from western Mexico. Allan hancock Monog. Mar. Biol. 3: 1-82.
- Fauchald, K. 1970. Polychaetous annellids of the families Eunicidae, Lumbrineridae, Iphitimidae, Arabellidae, Lysaretidae and Dorvilleidae from western Mexico. Allan Hancock Monogr. Mar. Biol. 5: 1-335.
- Fauchald, K. 1972. Benthic polychaetous annelids from deep water off western Mexico and adjacent areas in the eastern Pacific Ocean. Allan Hancock Monogr. Mar. Biol. 7: 1-575.
- Fauchald, K. 1973. Polychaetes from Central American sandy beaches. Bull. So. Cal. Acad. Sci. 72: 19-31.
- Fauchald, K. 1977a. Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-water records. Smithson. Contr. Zool. 221: 1-81.
- Fauchald, K. 1977b. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Nat. Hist. Mus. Los Angeles County. Sci. Ser. 28:1-188.
- Fauchald, K. 1982. Revision of *Onuphis, Nothria*, and *Paradiopatra* (Polychaeta: Onuphidae) based upon type material. Smith. Contr. Zool. 356: 1-109.
- Fauchald, K. 1992. A review of the genus Eunice (Eunicidae: Polychaeta) based upon type material. Smith. Contr. Zool. 523: 1-422.
- Fauchald, K. & P. Jumars. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 17:193-284
- Ferran, A. 2001. SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill. España. 480 pp.
- Fisher, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. & V. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. FAO, Roma. 646 p.
- Friedrich, H. 1956. Mitteilungen Über neue und wenig bekannte Polychaeten aus Mittel- und Südamerika. Senckerb. Bio. 37: 57-68.
- García, C., Álvarez, M., Barraza, J., Rivera, A. & C. Hasbún. 2003. Los quitones (Mollusca: Polyplacophora) de El Salvador. Una Guía para la identificación de las especies, 32 pp. Impresos Sea Grant, Puerto Rico.

- García, C., Álvarez, M., Barraza, J., Rivera, A. & C. Hasbún. 2007. Quitones (Mollusca: Polyplacophora) de El Salvador, América Central. Revista de Biología Tropical 55 (1): 171-176.
- Gore, R. H. 1982. Porcellanid crabs of the coast of Mexico and Central America (Crustacea: Decapada: Anomura). Smith. Contr. Zool. 363: 1-34.
- Granados C. 1997. Bioecología del ostión (*Crassostrea columbensis*) en la Bahía de Jiquilisco, El Salvador. Revista Comunicación de la Sociedad Malacológica Uruguaya VII (68-69): 425-454.
- Granados C. 1998. Estudio de los bivalvos y gasterópodos de la Bahía de Jiquilisco, El Salvador. Revista Comunicación de la Sociedad Malacológica Uruguaya VII (70-71): 493-516.
- Granados C. 2002. La cría del caracol de agua dulce (*Pomacea flagellata*) en condiciones de campo y laboratorio. Revista Quehacer Científico 3 (4): 17-26.
- Granados C. 2007. Los moluscos presentes en El Salvador. Revista Quehacer Científico 5 (6): 27-47.
- Granados, A. & R. Ostorga. 1989. Pesca Experimental de pulpos utilizando varios métodos y aperos de pesca en la zona de los Cóbanos, El Salvador. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 28 pp.
- Grassle JP, Grassle JP (1976) Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella* (Polychaeta). Science 192: 567-569.
- Grémare, A., Marsh, A. & K. Tenore. 1988. Short term reproductive responses of *Capitella* sp. (Annelida: Polychaeta) feed on different diets. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 123: 147-162.
- Grémare, A., Marsh, A. & K. Tenore. 1989. Secondary production and reproduction of *Capitella capitata* (Type I) (Annelida: Polychaeta) in relation to available resources during a population cycle. Mar. ecol. Prog. Ser. 51: 99-105.
- Hagberg, A. & C. Kalb. 1968. Marine shells molluks of comercial importante in Central America, Boletín Técnico FAO 2, Roma. 32 pp.
- Haig, J. 1960. The Porcelanidae (Crustacea: Anomura) of the Eastern Pacific. Allan. Hanckoc. Pac. Exp. 1-440.

- Haig, J. 1968. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. Porcellanid crabs (Crustacea: Anomura) from the best coast of Tropical America. Zoologica. 53: 57-74.
- Hansen, P., Ervik, A., Schaanning, M., Johannessen, P., Aure, J., Jahnsen, T. & A. Stigebrandt. 2001. Regulating the local environmental impact of intensive, marine fish farming II. The monitoring programme of the MOM system (Modelling-Ongrowing fish farms-Monitoring). Aquaculture. 194: 75-92.
- Harkantra, S. & N. Rodríguez. 2004. Environmental influences on the species diversity, biomass and population diversity of soft bottom macrofauna of the estuarine system of Goa, West Coast of India. Ind. J. Mar. Sci. 33 (2): 187-193.
- Hartman, O. 1939. Polychaetous annelids Part 1. Aphroditidae to Pisionidae. Allan Hancock Pac. Exped. 7: 1-155.
- Hartman, O. 1940. Polychaetous annelids. Part II. Chrysopetalidae to Goniadidae. Allan Hancock Pac. Exped. 7: 173-286.
- Hartman, O. 1941. Polychaetous annelids. Part IV. Pectinariidae. Allan Hancock Pac. Exped. 7: 325-345
- Hartman, O. 1950. Polychaetous Annelids. Goniadidae, Glyceridae and Nephtyidae. Allan Hancock Pac. Exped. 15: 1-181.
- Hartman, O. 1968. Atlas of the Errantiate Polychaetous Annelids from California. Allan Hancock Found. Univ. So. Cal. 1-828.
- Hartman, O. 1969. Atlas of the Sedenteriate Polychaetous Annelids from California. Allan Hancock Found. Univ. So. Cal. 1-812.
- Hartmann-Schröder, G. 1956. Neve *Armandia*-Arten (Opheliidae) aus Brasilien und El Salvador. Beitr. Neotr. Fauna, 1.
- Hartmann-Schröder, G. 1959. Zur Ö Kologie der Polychaeten de Mangrove-Estero-Gebietes von El Salvador. Beitr. Neotr. Fauna, 1: 69-183 pp.
- Herman, P., Middelburg, P., Van de Koppel, J. & C. Heip. 1999. Ecology of estuarine macrobenthos. Ad. Ecol. Res. 29: 195-240.
- Hernández, M. 1979. Range extensions of mollusk species on the tropical coast of El Salvador. Veliger. 22: 204-205.
- Hernández, M. 1992. Inventario preliminar de moluscos marinos de la costa de El Salvador. Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente SEMA, San Salvador. 172 pp.

- Hernández, M. & J. Davis. 1979. Estudio de algunos factores físico-químicos que influyen en la diversidad de las especies de la macrofauna bentónica del estuario El Tamarindo, 27 pp. Museo de Historia Natural de El Salvador, San Salvador. 12 pp.
- Hertz, C. & K. Kaiser. 2003. Fifteen species of Epitoniidae (Mollusca) recorded at El Salvador (tropical eastern Pacific). The Festivus 35(5): 45-53.
- Holthuis, L. 1954. On a collection of decapod Crustacea from the republic of El Salvador (Central America). Zoologische Verhandelingen 23:1-43.
- Keen, M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. 2ª Ed. Stanford University Press, Stanford, California. 1064 pp.
- Keough, M. 1998. Responses of settling invertebrate larvae to the presence of established recruits. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 231: 1–19.
- Knox, C. A. 1977. The role of Polychaetes in benthic soft bottom communities. p. 547-604. En: Reish, D. & K. Fauchald. (Eds.). Essays on the Polychaetous annelids in the memory of Dr. Olga Hartman. Allan Hancock Fundation. 604 pp.
- Kolmel, R. 1979. The annual cycle of macrozoobenthos: its community structures under the influence of oxygen deficiency in the Western Baltic. p. 19-28. *En:* Naylor, E. & R. Hartnoll. (ed.) Cyclic phenomena in marine plants and animals. 13th European Marine Biology Symposium. Pergamon Press, London.
- Kurian, C. 1984. Fauna of the mangrove swamps in Cochin estuary. p. 226-230. *En:* Soepadmo, E., Rao, A. & D. McIntosh. Proceedings of Asian Symposium on Mangrove Environments: Research and Management. University of Malasia.
- Levin, L. & E. Creed. 1986. Effect of temperature and food availability on reproductive responses of *Streblospio benedicti* (polychaeta: spionidae) with planktotrophic or lecithotrophic development. Mar Biol. 92: 103-113
- López, H. M. 1997. Biología Reproductiva del "punche" (*Ucides occidentalis*) en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 37 pp.
- Lowe H. 1932. Shell collecting in West Central America. Nautilus 45: 73-82.
- MacKenzie, C. 2001. The fisheries for mangrove cockles, *Anadara* spp., from Mexico to Peru, with descriptions of their habitat and biology, the fishermen's lives, and the effects of shrimp farming. Marine Fisheries Review 63: 1–39.

- McIntyre, A. 1961. Quantitative differences in the fauna of boreal mud associations. J. mar. biol. Ass. U.K. 41: 599-61.
- Molina, O. 1992. Estructura del macrobentos en el manglar del Estero de Jaltepeque, El Salvador. Tesis de Maestría en Biología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica, San José, 89 pp.
- Molina, O. 1995. Estructura del macrobentos y meiobentos de la Bahía de Jiquilisco. *En:* C Zamarro (ed.). Simposium Ecosistema de Manglares en el Pacífico Centroamericano, pp. 257-264. Programa Regional de la Pesca y Acuicultura, Panamá.
- Molina, O. & J. Vargas 1995. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Estero de Jaltepeque, El Salvador: una comparación 1959-1991. Revista de Biología Tropical 43 (1-3): 195-205.
- Montagna, P. 1997. Effect of fresh water inflow on macrobenthos productivity and nitrogen looses in Texas estuaries. Technical Report Number TR/97-02. University of Texas Marine Science Institute. 155 pp. Disponible en: http://www.twdb.state.tx.us/rwpg/rpgm_rpts/97483199.pdf. Revisado el 15 de abril de 2010.
- Moran, D. 1984. Additions to the known anomuran fauna of El Salvador, Central America (Crustacea: Decapoda). J. Crust. Biol. 4: 72-84.
- Newel, P. & J. Clavier. 1997. Quantitative structure of soft substrate macrobenthos of Fiji's Great Astrolabe Lagoon. Proc. Sth. Int. Coral. Reef. Sym. 1: 455-458.
- Orellana, F. 1977. Guía para Estudios de Familias de Cangrejos (Crustáceos, Decápodos) de El Salvador. Boletín No 10. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador. 92 pp.
- Orellana, J. 1992. Inventario preliminar de crustáceos marinos y de agua dulce de El Salvador, América Central. SEMA. 78 pp.
- Pielou, E. C. 1996. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succesion. Journal Theoretical Biology 10: 370-383 pp.
- Pilsbry, H. & H. Lowe. 1932. West American and Central American Molluks collected by H. N. Lowe, 1929-31. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 84: 33-144.
- Pocasangre, O. & C. Granados. 1995. Distribución y abundancia relativa de *Ucides occidentalis* y *Cardissoma crassum* en la Bahía de Jiquilisco, Usulután. P. 267-276. In: Zamarro, J. (Ed.). Actas del Simposium Ecosistemas de Manglar en

el Pacífico Centroamericano y sus Recursos de Postlarvas de Camarones Peneidos. PRADEPESCA. 436 pp.

- Rivera, C. G. 2005. Estudio preliminar de la distribución y abundancia del punche *Ucides occidentalis*, curil *Anadara tuberculosa*, curililla *A. similis* y casco de burro *A. grandis* del Estero El Tamarindo, Departamento de La Unión. 18 pp.
- Rivera, C. G. 2007. Clave ilustrada para la identificación de los onúfidos (Polychaeta: Onuphidae) de El Salvador. Revista Quehacer Científico 5(6): 48-54.
- Rivera, C. G. 2008. Contribución al manejo sostenible de la pesca artesanal del "punche" (*Ucides occidentalis*) de los manglares del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. P. 33-47. In: Rivera, C. G. et al. (Eds.) 2008. Estructura y composición del complejo Manglar-estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Informe final Objetivo 3. Proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en Comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la Bahía Occidental, Jiquilisco, Usulután. Proyecto Mangle/FIAES/UES-ICMARES. San Salvador, El Salvador.
- Rivera, C. G. 2009. Diagnóstico socio-económico de ocho Comunidades del Sector Occidental de la Bahía de Jiqulisco, Departamento de Usulután. Proyecto Académico Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador-Asociación Local Mangle para la Mitigación de desastres y el Desarrollo del Bajo Lempa y Bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador. 59 pp.
- Rivera, C. G. & M. Romero. 2002. Distribución de Poliquetos (Annelida: Polychaeta) en la zona costera de El Salvador. Resultado del crucero de Investigación R/V Urracá del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Escuela de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 64 pp.
- Rivera, C. G. & M. Y. Romero. 2008. Checklist of Polychetes (Annelida: Polychaeta) from El Salvador, Eastern Pacific. Revista Check List Journal of Taxonomy list and Distribution. 4(1): 18-30.
- Rivera, C. G. & N. E. González. 2009. Nuevos registros de moluscos marinos de El Salvador, América Central. CICIMAR Oceánides 24 (1): 31-38.
- Rivera, J. R. & R. Ibarra 1995. Estudio preliminar de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Estero de Barra de Santiago, Ahuachapán, durante la estación lluviosa. Escuela de Biología, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura.

- Romero, M. & C. G. Rivera. 2007. Cuatro especies nuevas para ciencia: avances en el conocimiento de la Biodiversidad marina invertebrada de El Salvador. Revista El Salvador Ciencia y Tecnología 12 (7): 3-5.
- Rouse, G. & F. Pleijel. 2001. Polychaetes. Oxford University Press. Oxford. 354 pp.
- Saleha, K., Farah, D., Amira, R. A. Amirudin. 2009. Benthic community of the Sungai Pulai seagrass bed, Malaysia. Malaysian Journal of Science. 28: 143-149.
- Salazar-Vallejo, S. 1991. Contaminación marina: Métodos de evaluación biológica. CIQROO y Gob. Quintana Roo, Chetumal, 193 pp.
- Salazar-Vallejo, S., León-González, J. & H. Sailaces-Polanco. (1989). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 212 p.
- Salazar-Vallejo, S. 1990. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Bahía de Manzanillo, con una clave ilustrada para las especies de Colima, México. Rev. Biol. Trop. 38: 211-229.
- Sanders, H. 1960. Benthic studies in Buzzards Bay 111. The structure of the soft bottom community. Limnol. Oceanogr 5: 138-15.
- Schuster, O. 1957. La macrofauna de la playa arenosa de El Salvador. Revista Comunicaciones del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas 6 (3-4): 5-46.
- Shannon, C. & W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, EE UU. 117 pp.
- Thatje, S. & A. Brown. 2009. The macrobenthic ecology of the straits of Magellan and the Beagle Channel. Anales Instituto Patagonia (Chile). 37(2):17-27
- Tsutsumi, H. 1987. Population dynamics of *Capitella capitata* (Polychaeta, Capitellidae) in an organic polluted grove. Mar Ecol Prog Ser 36:139-149.
- Tsutsumi, H. & T. Kikuchi. 1983. Benthic ecology of a small cove with seasonal oxygen depletion caused by organic pollution. Publ. Arnakusa mar. biol. Lab. 7: 17-40.
- Tsutsumi, H., Fukunaga, S., Fujita, N. & M. Sumida. 1990. Relationship between growth of Capitella sp. and organic enrichment of the sediment. Mar Ecol Prog Ser 63: 157-162.
- Uebelacker, J. & P. Johnson (eds.). 1984a. Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Final Report to the Minerals Management Service, contrac 14-12-001-2909 1. Barry A. Vittor & Assoc., Inc., Mobile, Alabama. 7 Vols.

- Vargas, J. 1988. Community structure of macrobenthos and the results of macropredator exclusion on a tropical Intertidal mud flat. Rev. Biol. Trop. 36 (2A): 287-308.
- Vasconcelos H & L Fuentes. 1997. Comunidad Macrobentónica del Golfo de Fonseca (El Salvador). Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, Tesis de Licenciatura. 61 pp.
- Wigley, R. & A. McIntyre. 1964. Some quantitative comparisons of offshore meiobenthos and macrobenthos south of Martha's Vineyard. Limnol. Oceanogr. 9: 485- 493.
- Ysebaert, T., Meire, P., Herman, J. & H. Verbeek. 2002. Macrobenthic species response surfaces along estuarine gradients: predictions by logistic regression. Mar. Ecol. Prog. Ser. 225: 79-95.
- Zajac, R. N. 1986. The effect of intra-specific density and food supply on growth and reproduction in an lnfaunal polychaete, Polydora ligni, Webster J mar. Res. 44: 339-359
- Zilck A. 1954. Moluscos de los Manglares de El Salvador. Revista Comunicaciones del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas 3 (2-4): 77-87.

RECUADRO 4

En general, la vida en los sedimentos del estero pasa casi desapercibida por la mayoría de las personas. Quién pudiera imaginar que, en los fondos siempre sumergidos o en aquellos regularmente descubiertos por las mareas, habitan fascinantes organismos en cantidades de hasta 30 000 individuos por metro cuadrado. El número parece extraordinario, pero lo cierto es que son tan pequeños, que saber con certeza la identidad de cada especie, necesitaríamos la ayuda de un microscopio, otros artefactos de laboratorio y una persona capacitada (biólogo).

En los fondos sedimentarios (porque el río deposita tierra o sedimento que viene del continente) del estero del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, hay 27 especies y la mitad de ellas son gusanos marinos conocidos como poliquetos. El número de organismos aumenta cuando vienen los meses de lluvia a causa de todo lo que trae el río Lempa (agua, sedimentos y por supuesto contaminantes) y llega al Izcanal por las mareas. Una pequeñísima especie llamada *Capitella capitata* es la que "domina" los fondos del estero. Lo lamentable es que en muchos lugares del mundo se considera que indica alteración del ambiente porque tolera y se reproduce en lugares en los que otras especies no podrían vivir.

Los fondos y las especies que no vemos en ellos, son indispensables para los peces que entran o viven en el Izcanal y para que todo el manglar funcione adecuadamente. Con este capítulo se ha conocido un poco más cómo funcionan el conjunto de esas especies que están en el fondo.

CAPITULO V
MORFOMETRÍA, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE *Ucides occidentalis* ("punches")

CARLOS GIOVANNI RIVERA

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES).
Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
carlos.rivera@ues.edu.sv y riveracg@yahoo.com

RESUMEN

Se presenta el estudio de morfometría, abundancia y distribución de *Ucides occidentalis*, desarrollado con el propósito de evaluar el estado de la estructura poblacional de la especie. Se recolectaron especímenes mensualmente con trampas artesanales en abril-mayo y julio-diciembre de 2009 y febrero-marzo de 2010, en nueve (9) estaciones fijas de muestreo de 400 m^2 de área cada una, situadas en El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno y Las Trompetas. Se analizaron 461 organismos, 362 machos y 152 hembras, con anchura del cefalotórax desde 40.07 hasta 85.87 mm (prom. 62.22 ± 8.67), largo entre 30.20 y 73.04 mm (prom. 46.12 ± 5.97) y grosor desde 10.00 hasta 66.00 mm (prom. 36.99 ± 5.00). El peso de los organismos osciló entre 26.20 y 240.00 g (prom. 105.21 ± 36.77). La densidad se encontró desde 0 hasta 29 ind/m^2 (prom. 9 ± 4.7). En comparación con el año 2007, se observó incrementos del promedio de ancho del cefalotórax (70%) y de la densidad (70%). La relación poblacional de machos y hembras fue de 2:1. En estaciones y meses de muestreo más del 60% de los individuos fueron machos. El ancho del cefalotórax y el peso de los individuos presentaron diferencias significativas en las estaciones y meses de muestreo (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$), de igual manera ocurrió con la densidad (ANOVA, $p < 0.05$), en la que se observó una marcada estacionalidad con mayores valores para meses de la época seca.

ABSTRACT

A study of morphometry encompassing morphometry, abundance and distribution of *Ucides occidentalis* is presented. I collected specimens monthly with artisanal traps from April to May and July-December 2009 and February-March 2010 on nine (9) stations sampling (400 m^2 of each), located in El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno and Las Trompetas. 461 individual were analyzed, 362 males and 152 females, with carapace width from 40.07 to 85.87 mm (mean 62.22 ± 8.67), length between 30.20 and 73.04 mm (mean 46.12 ± 5.97) and height from 10.00 to 66.00 mm (mean 36.99 ± 5.00). The weight of the organisms ranged between 26.20 and 240.00 g (mean 105.21 ± 36.77). The density is found from 0-29 ind/m^2 (mean 9 ± 4.7). Compared with 2007, increases were observed in average carapace width (70%) and density (70%). The population ratio of males to females was 2:1. At sampling stations and months more than 60% of the subjects were male. Carapace width and weight of the individuals showed significant differences in the sampling stations and months (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$), as density (ANOVA, $p < 0.05$), Higher values during dry season reflected seasonality.

Palabras clave: Ecosistema de manglar, Brachyura, cangrejos de manglar, estructura poblacional.

Key Words: Mangrove ecosystem, Brachyura, mangrove crabs, population structure.

INTRODUCCIÓN

Los crustáceos constituyen uno de los grupos más diversos entre los seres vivientes, han sido capaces de colonizar la mayoría de hábitats de ambientes marinos y terrestres alrededor del mundo. Actualmente, se han descrito un poco más de 50,000 especies (Land, 1996, Brusca & Brusca, 2003). De ellas, aproximadamente entre 5 y 10,000 especies corresponden a braquiuros (NG *et al.* 2008).

La diversidad de cangrejos o braquiuros y su biomasa son particularmente altos en el ecosistema de manglar, donde desempeñan un papel trascendental en el flujo de nutrientes y energía (Jones, 1984, Robertson, 1986, Lee, 1997, 1998, Robertson & Daniel, 1989, Emmerson & Mc Gwynne, 1992, Hogarth, 1999, Wolff *et al.* 2000, Schories *et al.* 2003, Nordhaus & Wolff, 2007).

En El Salvador se han desarrollado estudios monográficos de crustáceos principalmente a mediados del siglo pasado (Holthuis 1954, Bott 1954, Haig 1960, 1968, Ball 1972, Ball & Haig 1974, Efford 1976, Gore 1982, Orellana, 1977, 1992). Posteriormente, en las últimas dos décadas el abordaje de cangrejos a nivel nacional ha sido orientado principalmente a estudios básicos o pesqueros, dirigidos a las especies semi-terrestres de interés comercial *Ucides occidentalis* y *Cardissoma crassum* (Aquino, 1982, Aparicio & Pleitéz, 1993, Pocasangre & Granados, 1995, López, 1997, Carranza & Mejía, 2001, 2002, Carranza, 2004, Rivera, 2005, 2008, 2009).

El *Ucides occidentalis* se caracteriza por ser el cangrejo de manglar más conspicuo y comercialmente importante en El Salvador (Rivera, 2008). Al igual que la especie "hermana" en el Atlántico (*U. cordatus*), se estima que sus formas de vida y ecología alimentaria contribuyen a mantener los balances energéticos dentro del ecosistema y facilitan el paso de energía a otros eslabones de las redes alimentarias (Camilleri, 1989, 1992, Robertson & Daniel, 1989, Wolff *et al.* 200, Koch & Wolff, 2002, Nordhaus *et al.* 2005, Nordhaus & Wolff, 2007, Rivera, 2008). En el Sector Occidental de la

Bahía de Jiquilisco (SOBJ) se registran más de cien familias dedicadas a la extracción regular de *U. occidentalis* y constituye el recurso pesquero artesanal más importante del SOBJ. En ese marco, el presente estudio fue desarrollado con el propósito fundamental de evaluar el estado de la estructura poblacional de *U. occidentalis* a través de una caracterización de su morfometría, abundancia y distribución.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recolecta de especímenes

Los especímenes fueron recolectados mensualmente en abril-mayo y julio-diciembre de 2009 y febrero-marzo de 2010. Las colectas se realizaron con trampas artesanales por usuarios locales en nueve (9) estaciones fijas de muestreo de 400 m^2 de área, situadas en El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno y Las Trompetas (**Figura 1**). El área mensual de barrido fue de 3 600 m^2, hasta completar 36 000 m^2 en los diez meses de todo el estudio.

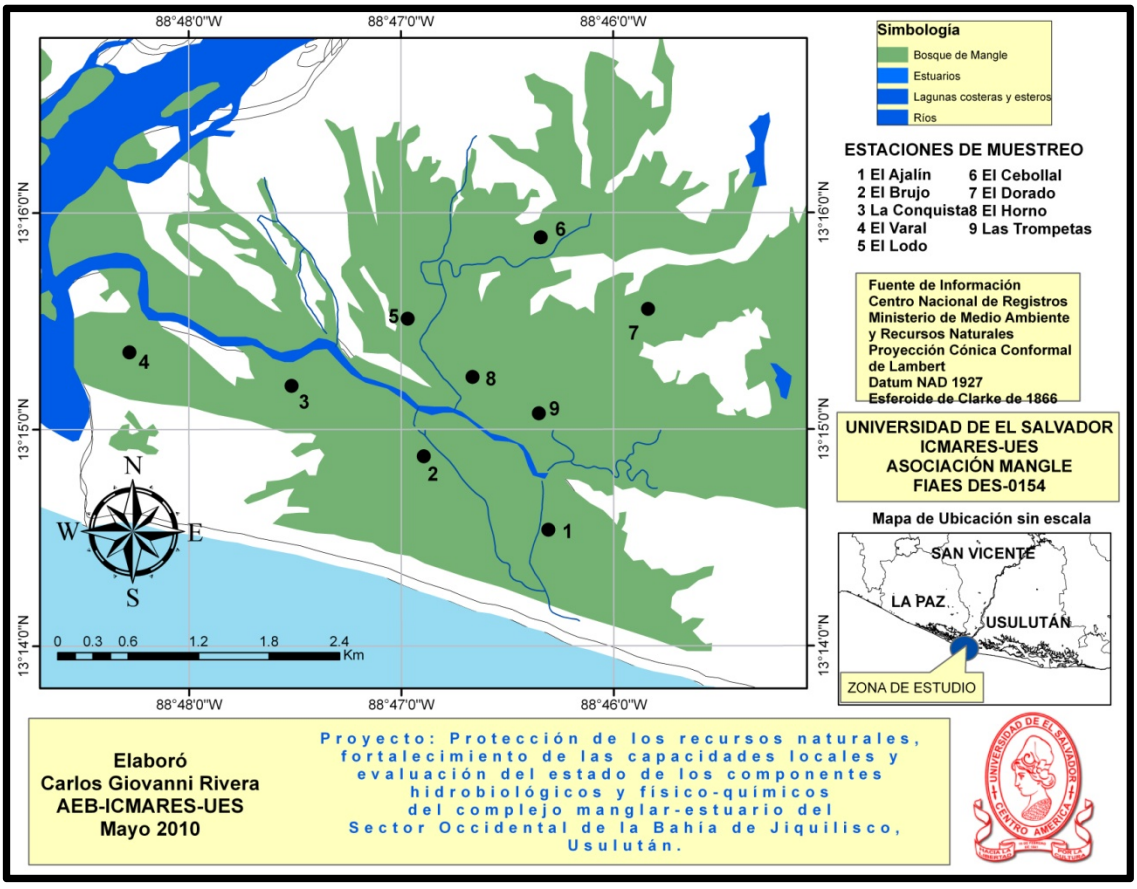


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo
Figure 1. Location map of sampling stations.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfometría

Se analizaron 461 organismos, 362 machos y 152 hembras, con anchura del cefalotórax desde 40.07 hasta 85.87 mm (prom. 62.22 ± 8.67), largo entre 30.20 y 73.04 mm (prom. 46.12 ± 5.97) y grosor desde 10.00 hasta 66.00 mm (prom. 36.99 ± 5.00). El peso de los organismos osciló entre 26.20 y 240.00 g (prom. 105.21 ± 36.77). La densidad se encontró desde 0 hasta 29 ind/m^2 (prom. 9 ± 4.7) (Cuadro 1). En general, los machos presentaron mayores valores que las hembras en todas las variables morfométricas (Cuadro 2). Lo anterior se reflejó especialmente en los valores máximos de ancho del caparazón y peso, que fueron un 16% y 42% superiores para los machos.

Los hallazgos morfométricos de esta contribución superan los reportes para el SOBJ presentados en 2007 por Rivera (2008), especialmente en los datos relativos a la anchura máxima del cefalotórax, que actualmente presentó valores más cercanos a los 86.00 mm. Asimismo, cabe destacar los notables incrementos de la densidad promedio y máxima en el SOBJ que aumentaron en el orden del 70% y 125% respectivamente.

A nivel general, las contribuciones más significativas a una mejor estructura poblacional en el SOBJ podrían subyacer en: a) el sistema de protección y vigilancia actual basado en guarda recursos, b) la disminución progresiva de la presión pesquera de usuarios foráneos, especialmente de aquellos que utilizaban métodos nocivos de extracción, c) la conciencia conservacionista cada vez más generalizada en la población local y d) la implementación de las normativas legales existentes (Resolución Nº 14, publicada en el Diario Oficial el 10 de abril de 2008 Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y de aquellas en proceso de aprobación (Plan Local de Extracción Sostenible).

Cuadro 1. Estadística descriptiva del ancho, largo y grosor del cefalotórax y del peso de *U. occidentalis* en el SOBJ.
Table 1. Descriptive statistics of width, length and height of carapace and weight of *U. occidentalis* en el SOBJ.

Estadístico	Ancho cefalotórax (mm)	Largo cefalotórax (mm)	Grosor cefalotórax (mm)	Peso (g)	Densidad (ind/m^2)
Media	62.22	46.12	36.99	105.21	9
Mediana	63.33	46.60	37.00	106.20	8
Moda	52.00	44.00	34.00	110.10	6
Desv. típ.	8.67	5.97	5.00	36.77	4.7
Mínimo	40.07	30.20	10.00	26.20	0
Máximo	85.87	73.04	66.00	240.00	29

Cuadro 2. Estadística descriptiva del ancho, largo y grosor del cefalotórax y del peso de machos y hembras de *U. occidentalis* en el SOBJ.
Table 2. Descriptive statistics of width, length and height of carapace and weight on males and females of *U. occidentalis* en el SOBJ.

Estadístico	Ancho cefalotórax (mm)		Largo cefalotórax (mm)		Grosor cefalotórax (mm)		Peso (g)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Media	64.06	59.98	46.30	45.84	36.83	37.33	111.07	97.01
Mediana	64.56	61.56	46.36	47.00	36.75	37.43	110.00	102.40
Moda	58.00	52.00	44.00	47.00	35.00	37.00	95.50	110.10
Desv. típ.	8.70	7.66	6.05	5.86	4.62	5.15	39.63	30.81
Mínimo	41.70	40.07	31.70	30.20	26.20	24.00	31.00	26.20
Máximo	85.87	73.90	73.04	62.10	66.00	64.52	240.00	169.20

El ancho del cefalotórax mostró la mayor parte de frecuencias desde 50.00 hasta 70.00 mm, pero el principal agrupamiento se registró entre 60.00 y 70.00 mm (**Figura 2a**). El largo cefalotorácico por su parte, presentó el agrupamiento más substancial alrededor de los 50.00 mm (**Figura 2b**). Los valores del grosor o altura del cefalotórax se observaron primordialmente reunidos en torno a los 40.00 mm (**Figura 2c**). Finalmente, la mayoría de frecuencias del peso de los organismos fueron aglutinadas en dos claros agrupamientos entre 50.00 y 150.00 g, que se separaron aproximadamente cada 50.00 g, el más pronunciado fue el ámbito de 100.00 a 150.00 g (**Figura 2d**).

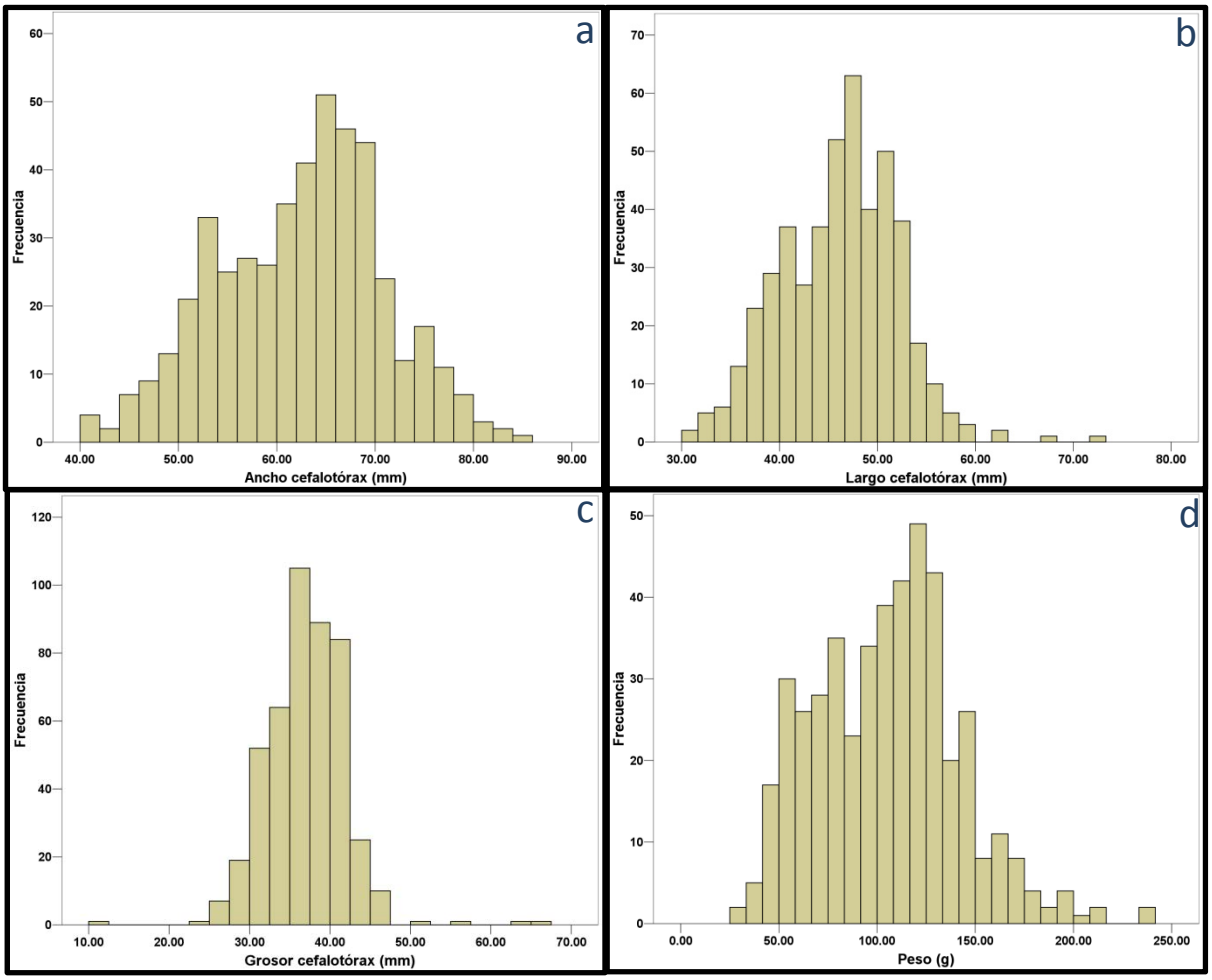


Figura 2. Ancho (a), largo (b), grosor (c) del caparazón y peso (d) de *U. occidentalis* en el SOBJ.

Figure 2. Width (a), length (b), height (c) of carapace and weight (d) of *U occidentalis* at the SOBJ.

Proporción sexual

Los machos constituyeron aproximadamente dos tercios de los organismos colectados en el SOBJ en la presente contribución (prom. 67%), presentando una relación poblacional de 2:1 de machos y hembras. Tal condición de estructura poblacional favorable numéricamente a los machos ha sido documentada por la literatura para este crustáceo de manglar (Jiménez, 1994, Rivera, 2008), tendencia que se ha mantenido en el SOBJ desde 2007. A nivel espacial, a excepción de El Brujo y El Dorado, en el resto de estaciones la proporción de machos superó el 60% (**Figura 3**). En forma similar, a nivel temporal se observó que los machos superaron el 60% de la captura de organismos (**Figura 4**).

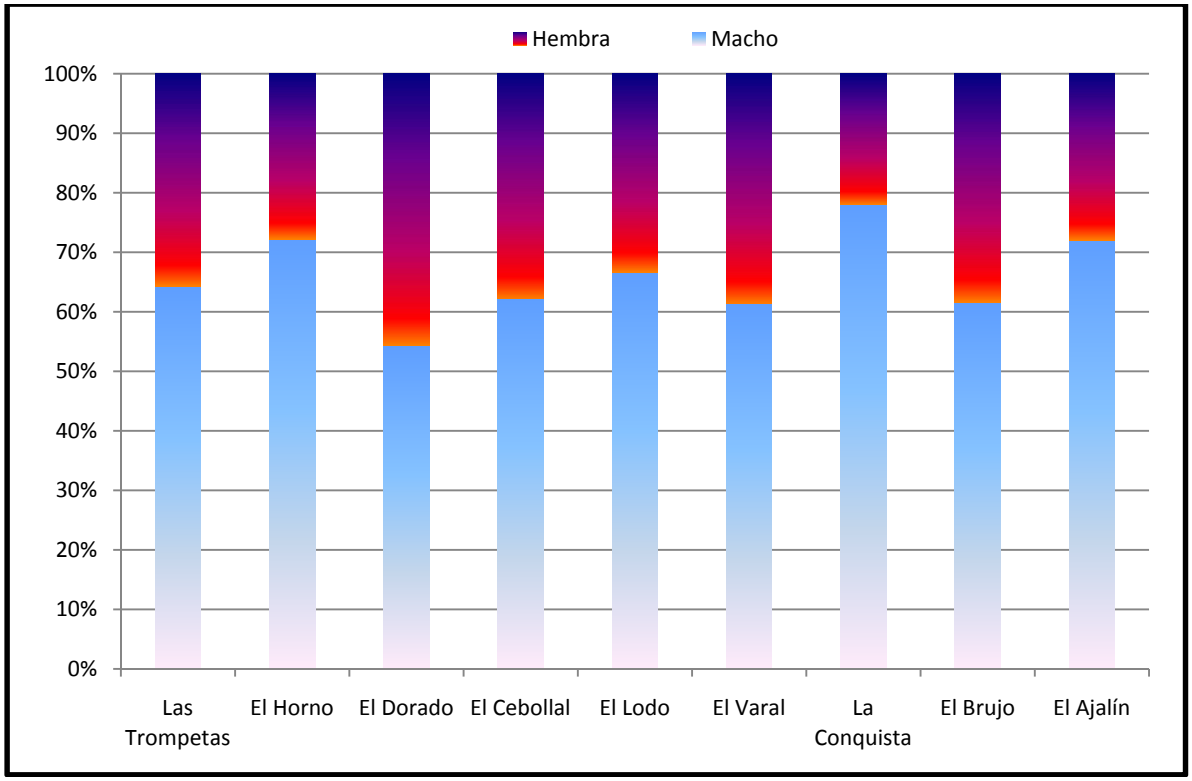


Figura 3. Proporción sexual de *U. occidentalis* por estación de muestreo en el SOBJ.
Figure 3. Sex ratio of *U. occidentalis* per sampling stations at the SOBJ.

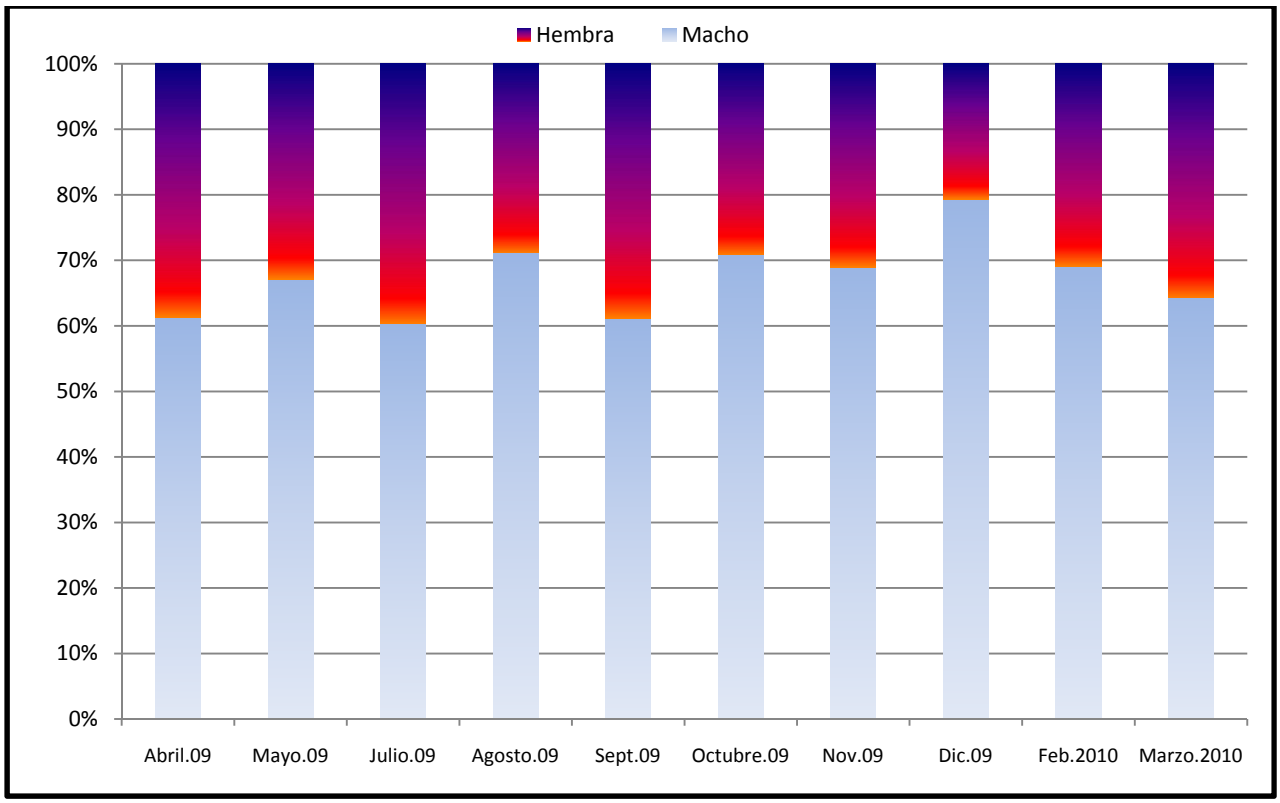


Figura 4. Proporción sexual de *U. occidentalis* por mes de muestreo en el SOBJ.
Figure 4. Sex ratio of *U. occidentalis* per sampling months at the SOBJ.

Abundancia y distribución

Tanto el ancho del cefalotórax como el peso de los organismos fueron variables morfométricas que presentaron diferencias significativas entre las estaciones y meses de muestreo (K-W, $p < 0.05$). Se detectaron principalmente entre los datos de El Ajalín, La Conquista y El Varal con el resto de estaciones entre los meses de la época seca con los de la lluviosa (U Mann-Wihtney, $p < 0.05$) (Cuadro 3 y 4).

Cuadro 3. Diferencias significativas (U Mann-Wihtney, $p < 0.05$) del ancho del cefalotórax y del peso de *U. occidentalis* entre estaciones de muestreo en el SOBJ.
Table 3. Significant differences (U Mann-Wihtney, $p < 0.05$) of width carapace width and weight of *U. occidentalis* between sampling stations at the SOBJ.

Variable	Estación de muestreo	Estaciones con diferencias significativas
ANCHO DEL CEFALOTÓRAX	Las Trompetas	El Varal, El Ajalín
	El Horno	El Varal, La Conquista, El Brujo, El Ajalín
	El Dorado	El Varal, El Ajalín
	El Cebollal	El Varal, El Ajalín
	El Lodo	El Varal, La Conquista, El Ajalín
	El Varal	Las Trompetas, El Dorado, El Horno, El Cebollal, El Lodo, El Brujo, El Ajalín
	La Conquista	El Dorado, El Horno, El Lodo, El Brujo, El Ajalín
	El Brujo	El Varal, La Conquista
	El Ajalín	Las Trompetas, El Dorado, El Horno, El Cebollal, El Lodo, El Varal, La Conquista, El Brujo
PESO	Las Trompetas	El Varal, El Brujo, El Ajalín
	El Horno	El Varal, La Conquista, El Brujo, El Ajalín
	El Dorado	El Varal, El Ajalín
	El Cebollal	El Varal, El Ajalín
	El Lodo	El Varal, La Conquista, El Ajalín
	El Varal	Las Trompetas, El Dorado, El Horno, El Cebollal, El Lodo, El Brujo, El Ajalín
	La Conquista	El Dorado, El Horno, El Lodo, El Brujo, El Ajalín
	El Brujo	Las Trompetas, El Varal, La Conquista
	El Ajalín	Las Trompetas, El Dorado, El Horno, El Cebollal, El Lodo, El Varal, La Conquista, El Brujo

Cuadro 4. Diferencias significativas (U Mann-Wihtney, p < 0.05) del ancho del cefalotórax y del peso de *U. occidentalis* entre meses de muestreo en el SOBJ.
Table 4. Significant differences (U Mann-Wihtney, p < 0.05) of width carapace width and weight of *U. occidentalis* between sampling months in the SOBJ.

Variable	Mes de muestreo	Meses con diferencias significativas
ANCHO DEL CEFALOTÓRAX	Abril 2009	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009
	Mayo 2009	Abril 2009, Julio 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Marzo 2010
	Julio 2009	Abril 2009, Mayo 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
	Agosto 2009	Abril 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
	Septiembre 2009	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009
	Octubre 2009	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009
	Noviembre 2009	Abril 2009, Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009
	Diciembre 2009	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Marzo 2010
	Febrero 2010	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Marzo 2010
	Marzo 2010	Abril 2009, Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010
PESO	Abril 2009	Julio 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Marzo 2010
	Mayo 2009	Julio 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Marzo 2010
	Julio 2009	Abril 2009, Mayo 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
	Agosto 2009	Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
	Septiembre 2009	Abril 2009, Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010
	Octubre 2009	Abril 2009, Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009
	Noviembre 2009	Abril 2009, Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010
	Diciembre 2009	Julio 2009, Agosto 2009, Septiembre 2009, Noviembre 2009, Marzo 2010
	Febrero 2010	Julio 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Marzo 2010
	Marzo 2010	Abril 2009, Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010

La Conquista (prom. 65.64 ± 7.22 mm) y El Varal (prom. 68.88 ± 6.87 mm) fueron las estaciones más sobresalientes en cuanto al ancho cefalotorácico. No obstante, las máximas tallas se observaron en Las Trompetas (prom. 63.07 ± 7.33), El Horno (prom. 62.07 ± 8.19) y El Brujo (prom. 60.43 ± 9.31), con 85.87, 82.60 y 82.41 mm respectivamente.

Los menores valores de anchura cefalotorácica se presentaron en El Brujo y El Ajalín (prom. 58.01 ± 9.32) (**Figura 5a**). En general, los meses correspondientes a la época seca presentaron mayores valores de ancho cefalotorácico (**Figura 5b**). Los resultados del peso de los organismos se presentaron en términos similares a los del ancho cefalotorácico, tanto para estaciones como para meses de muestreo (**Figura 6a y 6b**).

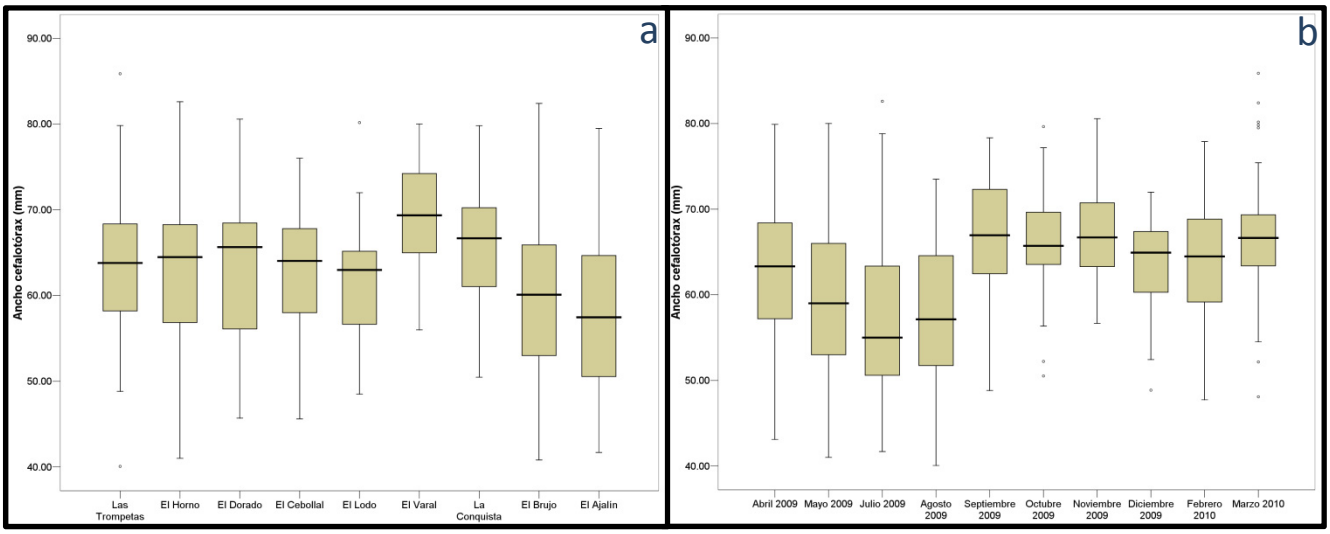


Figura 5. Ancho del cefalotórax de *U. occidentalis* por estación (a) y meses (b) de muestreo en el SOBJ.
Figure 5. Carapace width of *U. occidentalis* by sampling stations (a) and months (b) at the SOBJ.

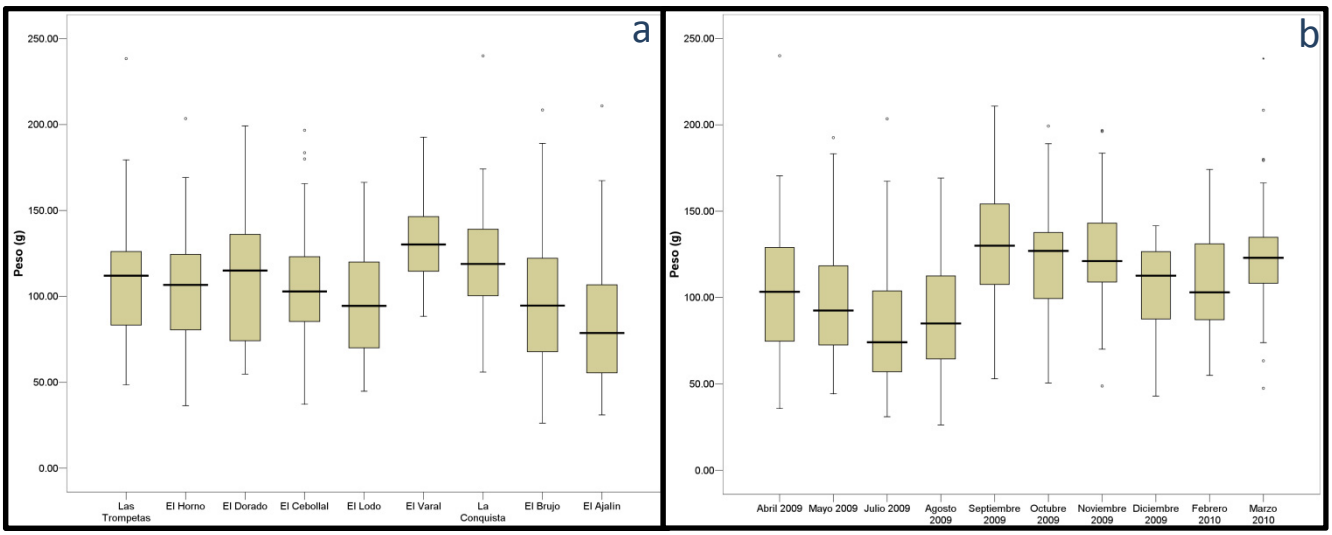


Figura 6. Peso de *U. occidentalis* por estación (a) y meses (b) de muestreo en el SOBJ.
Figure 6. *occidentalis* weight per sampling stations (a) and months (b) at the SOBJ.

La densidad (ind/m^2) de *U. occidentalis* mostró diferencias significativas entre las estaciones y meses de muestreo (ANOVA, $p < 0.05$). Tales diferencias fueron observadas principalmente entre El Ajalín, Las Trompetas, El Horno, El Lodo y El Brujo con el resto de estaciones (Tukey HSD, $p < 0.05$). La estacionalidad fue notable en los datos de densidad, separando los meses de la época seca de aquellos ubicados en la lluviosa (Tukey HSD, $p < 0.05$)(Cuadro 5).

Cuadro 5. Diferencias honestamente significativas (Tukey HSD, p < 0.05) de la densidad de *U. occidentalis* entre meses y estaciones de muestreo en el SOBJ.
Table 5. Tukey HSD (p < 0.05) of *U. occidentalis* density amongst sampling stations and months in the SOBJ.

Estación de muestreo	Estaciones con diferencias significativas
Las Trompetas	El Horno, El Dorado, El Cebollal, El Lodo, El Varal, La Conquista, El Ajalín
El Horno	Las Trompetas, El Dorado, El Cebollal, El Lodo, La Conquista, El Brujo, El Ajalín
El Dorado	Las Trompetas, El Horno, El Lodo, El Varal, El Brujo, El Ajalín
El Cebollal	Las Trompetas, El Horno, El Lodo, El Brujo, El Ajalín
El Lodo	Las Trompetas, El Horno, El Dorado, El Cebollal, El Varal, La Conquista, El Brujo
El Varal	Las Trompetas, El Dorado, El Lodo, La Conquista, El Brujo, El Ajalín
La Conquista	Las Trompetas, El Horno, El Lodo, El Varal, El Brujo, El Ajalín
El Brujo	El Horno, El Dorado, El Cebollal, El Lodo, El Varal, La Conquista, El Ajalín
El Ajalín	Las Trompetas, El Horno, El Dorado, El Cebollal, El Lodo, El Varal, La Conquista, El Brujo
Mes de muestreo	**Mes con diferencias significativas**
Abril 2009	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009
Mayo 2009	Abril 2009, Septiembre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
Julio 2009	Abril 2009, Septiembre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
Agosto 2009	Abril 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
Septiembre 2009	Abril 2009, Mayo 2009, Julio 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
Octubre 2009	Abril 2009, Agosto 2009, Septiembre 2009, Diciembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
Noviembre 2009	Abril 2009, Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Septiembre 2009, Febrero 2010, Marzo 2010
Diciembre 2009	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Febrero 2010
Febrero 2010	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009, Diciembre 2009
Marzo 2010	Mayo 2009, Julio 2009, Agosto 2009, Septiembre 2009, Octubre 2009, Noviembre 2009

Espacialmente, las estaciones Las Trompetas (prom. 12.20 ± 3.96), el Brujo (prom. 12.72 ± 5.14) y El Ajalín (prom. 10.78 ± 5.47) presentaron los

promedios más predominantes. A excepción de El Dorado (prom. 6.24 ± 3.05), El Cebollal (prom. 6.93 ± 3.13) y La Conquista (prom. 5.86 ± 2.84), el resto de estaciones presentaron valores máximos de densidad superiores a los 21 ind/m^2. La estación que presentó la más alta densidad fue el Lodo con 29 ind/m^2 (**Figura 7a**). En el ámbito temporal, la densidad presentó marcadas fluctuaciones estacionales, especialmente en lo relativo a la superioridad de los meses de la época seca. Los meses abril (prom. 10.91 ± 4.33), diciembre (prom. 10.09 ± 5.55), febrero (prom. 11.67 ± 5.37) y marzo (prom. 10.60 ± 4.64) presentaron las mayores densidades (**Figura 7b**).

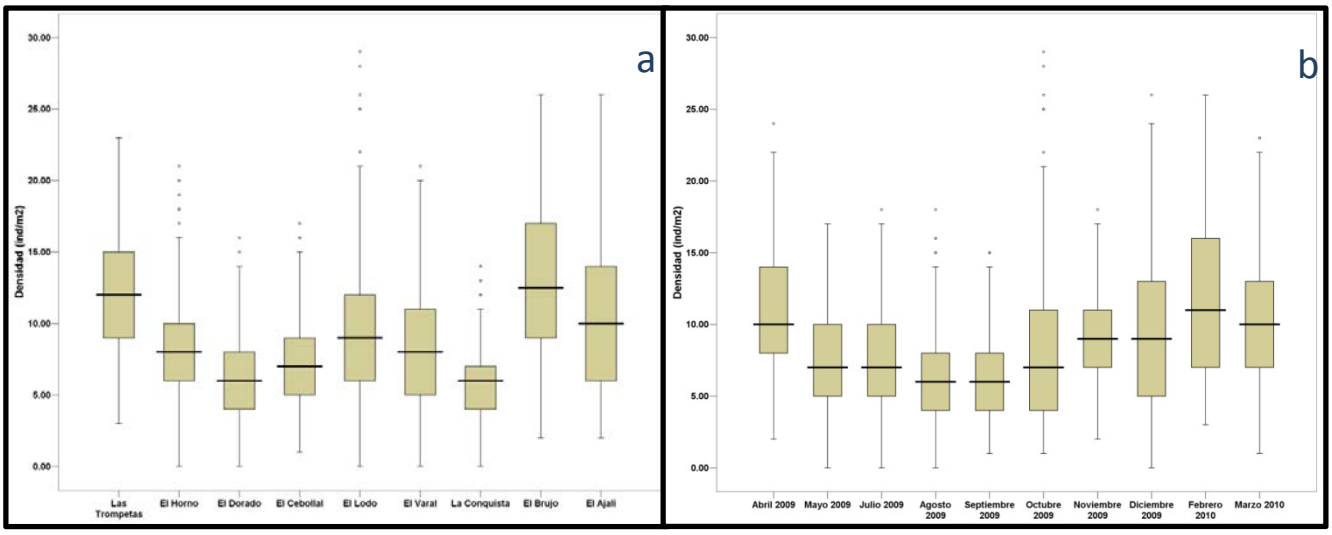


Figura 7. Densidad de *U. occidentalis* por estación (a) y mes de muestreo (b) en el SOBJ.
Figure 7. *U. occidentalis* density (ind/m^2) per sampling stations (a) and months (b) at the SOBJ.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. A la luz de los evidentes beneficios de la implementación de programas de gestión sostenible de los recursos naturales en el SOBJ, las variables morfométricas de *U. occidentalis* en el SOBJ han mostrado un incremento substancial desde 2007.
2. La proporción sexual mantiene su tendencia numérica favorable a los machos de la población en relación de 2:1 macho/hembra, por lo que las tasas de extracción deberán

ajustarse a esa estructura poblacional.

3. La densidad presenta una estacionalidad que refleja notables diferencias entre la época seca y la lluviosa. Los hallazgos indican un incremento poblacional en la época seca y una disminución de la misma en los meses más lluviosos del año.
4. Se recomienda mantener las acciones de protección del SOBJ, tanto normativa como operativa. De especial relevancia es la contribución del grupo de guarda recursos y de la población local a la conservación del ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

La recolecta de especímenes fue posible gracias al destacado apoyo de Damián Córdova, Oscar Acosta, Carlos Barahona, Manuel González, Gonzalo Reyes, Douglas Chica, Dimas Molina, Lisandro Hernández, Cornelio Rubio, Adán Velásquez y Gilberto Lobo. El manuscrito fue enriquecido por los comentarios y sugerencias de Enrique Barraza Sandoval.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, M. 1982. Hábitat y alimentación de cangrejos en la Barra de Santiago. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 116 pp.
- Aparicio, G. E. & T. Pleitéz. 1993. Influencia de la Temperatura, Humedad Relativa y Radiación solar en el desarrollo gonadal del punche (*Ucides occidentalis*) en la Barra de Santiago. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 81 pp.
- Ball, E. E. 1972. Observations on the Biology of Hermit crab *Coenobita compressus* Milne Edwards (Decapoda: Anomura) on the best coast of the Americas. Rev. Biol. Trop. 20: 256-273.
- Ball E. E. & J. Haig. 1974. Hermit Crabs from the Tropical Eastern Pacific. I. Distribution, color and natural history of some shallow water species. Bulletin of Southern California Academic of Science. 73: 95-104.
- Bott, R. 1954. Dekapoden (Crustacea) aus El Salvador. 1. Winkerkrabben (Uca). Senckenbergiana biologica 35(3-4):155-180.
- Brusca, R. & G. Brusca. 2003. Invertebrates. 2ª ed. Sinahuer Asoc. 895pp.

- Camilleri, J. C. 1989. Leaf choice by crustaceans in a mangrove forest in Queensland. Mar. Biol. 102: 453-459.
- Camilleri, J. C. 1992. Leaf-litter processing by invertebrates in a mangrove forest in Queensland. Mar. Biol. 114: 139-145.
- Carranza, O. 2004. Diagnostico de la situación actual de las poblaciones de crustáceos decápodos punches *Ucides occidentalis* y tihuacales *Cardisoma crassum*, en el área natural protegida Barra de Santiago. Proyecto " rotulación ecológica, ecoturismo y saneamiento ambiental en Barra de Santiago" Ramsar-fondo Humedales para el futuro. RAMSAR, US. Fish &Wildlife Service Department of State United States of America 24 pp.
- Carranza, O. & F. Mejía 2001. Estudio sobre densidad de población, Distribución y Abundancia Relativa del Punche. *Ucides occidentalis* en la Bahía de Jiquilisco. FIAES - Fundación REDES 22 pp.
- Carranza, O. & F. Mejía 2002. Estudio de Población del punche *Ucides occidentalis*, en la Bahía de Jiquilisco. Fundación Salvadoreña para la Reconstrucción y el Desarrollo REDES 20 pp
- Efford, I. E. 1976. Distribution of sand crab in genus Emerita (Decapada, Hippi dae). Crustaceana. 30: 169-183.
- Emmerson, W. & L. Mc Gwynne, L. 1992. Feeding and assimilation of mangrove leaves by the crab *Sesarma meinerti* de Man in relation to leaf-litter production in Mgazana, a warm-temperate southern African mangrove swamp. J. of Exp. Mar. Biol. and Ecol. 157: 41-53.
- Ferran, A. 2001. SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill. España. 480 pp.
- Gore, R. H. 1982. Porcellanid crabs of the coast of Mexico and Central America (Crustacea: Decapada: Anomura). Smith. Contr.Zool. 363: 1-34.
- Haig, J. 1960. The Porcelanidae (Crustacea: Anomura) of the Eastern Pacific. Allan. Hanckoc. Pac. Exp. 1-440.
- Haig, J. 1968. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. Porcellanid crabs (Crustacea: Anomura) from the best coast of Tropical America. Zoologica. 53: 57-74.
- Hogarth, Peter J. 1999. The Biology of Mangroves, Oxford University Press. 228 pp.

- Holthuis, L. B. 1954. On a collection of decapod Crustacea from the republic of El Salvador (Central America). Zoologische Verhandelingen 23:1-43.
- Jiménez, J. A. 1994. Los Manglares del Pacífico Centroamericano. Editorial Fundación UNA. 352 pp
- Jones D. A., 1984. Crabs of the mangal ecosystem. p. 89-110. *En:* Por, F. & I. Dor (Eds.).Hydrobiology of the mangal ecosystem. The Hague, Netherlands.
- Koch, V. & M. Wolff. 2002. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. Mar. Ecol. Prog. Ser. 228: 119-130.
- Land, M. F. 1996. Les yeux: structure et fonctionnement des me´canismes optiques. p. 1–42. *En:* Traite´ de Zoologie. Anatomie, Syste´matique, Biologie. Crustace´s. Tome VII, Fascicule II. Ge´ne´ralite´s (suite) et Syste´matique, ed. J. Forest, Paris: Masson, 1002 pp.
- Lee, S. Y. 1997. Potential trophic importance of the faecal material of the mangrove sesarmide crab *Sesarma messa*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 159: 275-284.
- Lee, Y. 1998. Ecological role of grapsid crabs in mangrove ecosystems: a review. Mar. and Freshwater Res. 49: 335-343.
- López Q., H. M. 1997. Biología Reproductiva del "punche"(*Ucides occidentalis*) en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 37 pp.
- NG, P, Guiniot, D. & P. Davie. 2008. Systema Brachiurorum: Part I. An Annotated Checklist of extant brachyuran crabs of the world. The Raffles Bulletin of Zoology (17): 1-286.
- Nordhaus, I. & M. Wolff. 2007. Feeding ecology of the mangove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. Mar. Biol. 151: 1665–1681.
- Nordhaus, I., Wolff, M. & K. Diele. 2005. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. Est. Coast. and Shelf Sci.. 67: 239–250.
- Orellana, F. T. 1977. Guía para Estudios de Familias de Cangrejos (Crustáceos, Decápodos) de El Salvador. Boletín No 10. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador. 92 pp.

- Orellana, J. 1992. Inventario preliminar de crustáceos marinos y de agua dulce de El Salvador, América Central. SEMA. 78 pp.
- Pocasangre, O. & C. Granados. 1995. Distribución y abundancia relativa de *Ucides occidentalis* y *Cardissoma crassum* en la Bahía de Jiquilisco, Usulután. P. 267-276. In: Zamarro, J. (Ed.). Actas del Simposium Ecosistemas de Manglar en el Pacífico Centroamericano y sus Recursos de Postlarvas de Camarones Peneidos. PRADEPESCA. 436 pp.
- Rivera, C. G. 2005. Estudio preliminar de la distribución y abundancia del punche *Ucides occidentalis*, curil *Anadara tuberculosa*, curililla *A. similis* y casco de burro *A. grandis* del Estero El Tamarindo, Departamento de La Unión. 18 pp.
- Rivera, C. G. 2008. Contribución al manejo sostenible de la pesca artesanal del "punche" (*Ucides occidentalis*) de los manglares del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. P. 33-47. *In:* Rivera, C. G. *et al.* (Eds.) 2008. Estructura y composición del complejo Manglar-estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Informe final Objetivo 3. Proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en Comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la Bahía Occidental, Jiquilisco, Usulután. Proyecto Mangle/FIAES/UES-ICMARES. San Salvador, El Salvador. 71 pp.
- Rivera, C. G. 2009. Diagnóstico socio-económico de ocho Comunidades del Sector Occidental de la Bahía de Jiqulisco, Departamento de Usulután. Proyecto Académico Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador-Asociación Local Mangle para la Mitigación de desastres y el Desarrollo del Bajo Lempa y Bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador. 59 pp.
- Robertson, A. I. 1986. Leaf-burying crabs: their influence on energy flow and export from mixed mangrove forests (*Rhizophora* spp.) in northeastern Australia. J. of Exp. Mar. Biol. and Ecol. 102: 237-248.
- Robertson, A & P. Daniel. 1989. The influence of crabs on litter processing in high intertidal mangrove forests in tropical Australia. Oecologia 78: 191-198.
- Schories, D., Barletta-Bergan, A., Barletta, M., Krumme, U., Mehlig, U. & V. Rademaker. 2003. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. Wetlands Ecology and Management 11: 243-255.

- Wolff, M., V. Koch & V. Isaac. 2000. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. Est. Coast. Shelf. Sci. 50: 1-15.

RECUADRO 5

Los crustáceos se cuentan dentro de los grupos más numerosos en especies del Reino Animal. Habitan en prácticamente todos los ríos, lagos, esteros y mares alrededor del mundo. Algunas especies son muy conocidas por su apreciado valor como los camarones, jaivas y cangrejos. En los manglares, los cangrejos sobresalen por la variedad de especies y por la gran abundancia que presentan.

El "punche" es el cangrejo de manglar más prominente, aparte de su importante papel ecológico, su extracción significa ingresos económicos para más de 150 "puncheros" en el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ). En este lugar, la mayoría de punches tienen un tamaño cercano a 6.2 centímetros y pesan casi 4 onzas. Los machos son más grandes y pesados que las hembras. La relación de sexos es de 2 machos por cada hembra. En los meses secos se tiene más abundancia de "punches" que en los meses lluviosos. Cabe destacar que el tamaño, peso y abundancia de los "punches" han mejorado desde 2007 gracias a que se han implementado a nivel local, apropiadas medidas de protección del ecosistema y de la especie.

CAPITULO VI
BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE *Ucides occidentalis* ("punches")

CARLOS GIOVANNI RIVERA

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES).
Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
carlos.rivera@ues.edu.sv y riveracg@yahoo.com

RESUMEN

Se presenta el estudio de la biología reproductiva de *Ucides occidentalis* del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), desarrollado a través de una caracterización histológica de los tejidos reproductivos en sus diferentes etapas de madurez gamética y del seguimiento del ciclo reproductivo anual de las hembras de la especie. Se colectaron especímenes mensualmente en abril-mayo y julio-diciembre de 2009 y febrero-marzo de 2010, con trampas artesanales por usuarios locales en estaciones fijas de muestreo de 400 m^2 de área, situadas en El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno y Las Trompetas. Se analizaron 204 ejemplares femeninos desde 40.07 hasta 76.89 mm (prom. 61.04 ± 7.24 mm) de ancho de cefalotórax. Se determinó que esta especie presentó actividad reproductiva contínua, pero el ciclo reproductivo anual de gran escala (CRAGE), determinado por actividad reproductiva en más del 65% de las hembras, ocurrió desde febrero hasta septiembre de cada año. El color de la gónada se relacionó fuertemente con el proceso de madurez gamética femenina ($r^2 = 0.70$, $p < 0,05$), mientras que, el color del caparazón no se relacionó con la madurez ($r^2 = 0.28$, $p > 0.05$).

ABSTRACT

The reproductive biology of *Ucides occidentalis* of the Western Sector Jiquilisco Bay (SOBJ) was studied based on histological characterization of the reproductive tissue at different stages of gamete maturation and reproductive cycle track annual females of the species. Specimens were collected monthly from April to May and July-December 2009 and February-March 2010, with traps craft by local users in fixed sampling stations 400 m^2 in area, located in El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno and Las Trompetas. A total of 204 female specimens were analyzed from 40.07 to 76.89 mm (mean 61.04 ± 7.24 mm) carapace width. The species showed continuous reproductive activity all year-round, but the annual reproductive cycle of large scale (CRAG), occurred from February to September, would be determined by high reproductive activity: more than 65% of females. The color of the gonad is strongly correlated with the female gamete maturation process ($r^2 = 0.70$, $p <0.05$); while the color of the carapace, observed a low ratio with maturity ($r^2 = 0.28$, $p> 0.05$).

Palabras Clave: Ecosistema de manglar, Brachyura, cangrejos de manglar, ciclo reproductivo.

Key Words: Mangrove ecosystem, Brachyura, mangrove crabs, reproductive cycle.

INTRODUCCIÓN

El cangrejo *Ucides occidentalis* es un recurso bentónico herbívoro de fondos suaves intermareales que habita en madrigueras del bosque de manglar, para prevenir desecación y protegerse de los depredadores (peces y mamíferos). Esta especie se

distingue de otros braquiuros por sus características morfológicas y ecológicas, que la hacen una de las especies más representativas a nivel faunístico en el ecosistema de manglar, tanto por su biomasa como por su densidad y abundancia numérica (Lee, 1998, Wolff *et al.* 2000, Rivera 2008).

En El Salvador se han desarrollado estudios monográficos que iniciaron el abordaje científico de crustáceos (Holthuis 1954, Bott 1954, Haig 1960, 1968, Ball 1972, Ball & Haig 1974, Efford 1976, Gore 1982, Orellana, 1977, 1992) y facilitaron el posterior abordaje de especies de importancia comercial. De *U. occidentalis*, se cuenta con contribuciones de su bio-ecología (Aparicio & Pleitéz, 1993, Pocasangre & Granados, 1995, López, 1997, Carranza, 1998, Carranza & Mejía, 2001, 2002, Carranza, 2004, Rivera, 2005), pautas de ordenamiento pesquero (Rivera, 2008) y aspectos socioeconómicos (Rivera, 2009).

El conocimiento detallado de la biología reproductiva es fundamental en la aplicación de medidas de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. No obstante, en ese ámbito de la dinámica poblacional de los stocks, los pocos estudios de los que se dispone sobre *Ucides occidentalis* son los de Aparicio & Pleitéz (1993), en el que establecieron la relación entre factores climáticos y el desarrollo gonadal en la Barra de Santiago (Ahuachapán) y de López (1997) en Bahía de Jiquilisco. Posteriormente a esas contribuciones, el tópico no ha merecido la atención en los últimos 12 años.

En ese sentido y considerando que *U. occidentalis* soporta la pesca artesanal más importante del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ) y que del estado del Stock dependen 127 usuarios locales de 88 familias (Rivera, 2008, 2009), se desarrolló este estudio con el propósito fundamental de conocer la biología reproductiva de *Ucides occidentalis* a través de una caracterización macroscópica e histológica de sus gónadas y de determinar su ciclo reproductivo anual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recolecta de especímenes

Los especímenes fueron recolectados mensualmente en abril-mayo, julio-diciembre de 2009 y febrero-marzo de 2010. Las colectas se realizaron con trampas artesanales por usuarios locales en nueve (9) estaciones fijas de muestreo de 400 m^2 de área, situadas en El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno y Las Trompetas (**Figura 1**). El área mensual de barrido fue de 3 600 m^2, hasta completar 36 000 m^2 en los diez meses de todo el estudio.

Análisis de laboratorio

A los especímenes colectados se les midió el ancho, largo y grosor del cefalotórax con un vernier de 0.01mm de precisión. El peso fue registrado con una balanza COBOS de 0.1 g de precisión.Los aparatos reproductores fueron aislados del cuerpo de los organismos por medio de tijeras y pinzas de disección. El material aislado fue mantenido en fijador Davidson (33% Alcohol 95°, 22% Formol, 11.5% Ácido Acético y 33% de agua destilada) al menos por 24 horas, previamente a ser sometido a un proceso histológico.

Los tejidos fueron diafanizados en xilol por 50 minutos e impregnados con parafina histológica a 56° durante cinco horas, con un procesador histológico. Se seleccionaron cortes de 5 µm de espesor con un Micrótomo Leica. Posteriormente, se produjeron láminas permanentes con el colorante de hematoxilina de Harris y eosina (HE). Las láminas permanentes fueron analizadas con un microscopio Olimpus y un microscopio digital marca Fisher.

Las hembras analizadas fueron clasificadas de acuerdo con el color de su exoesqueleto dorsal (caparazón) en amarillo, gris, y morado. En esos mismos términos, se clasificaron con base en la coloración gonádica: blanca, roja, rosada y anaranjada.

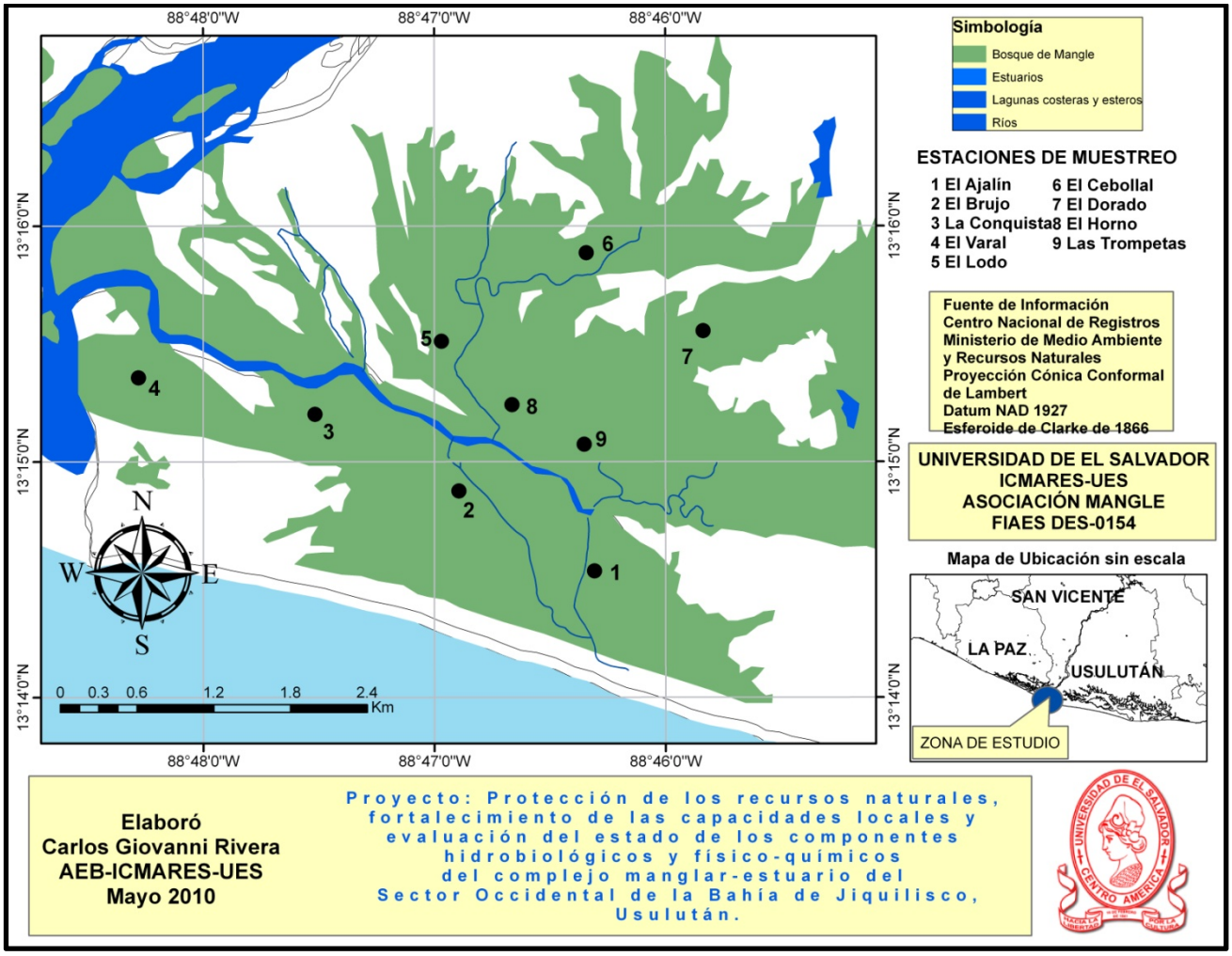


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.
Figure 1. Location map of sampling stations

Análisis de datos

Para determinar la maduración gamética femenina, se aplicó la clasificación propuesta por Castilho (2006) que se basa en la vitelogénesis y con el tamaño de los ovocitos, de acuerdo con las categorías siguientes:

I. Inmaduro. Se observan escasas células germinativas tipo I y II.

II. Maduración Inicial. Presencia de ovocitos I, II y III, estos últimos son más abundantes.

III. Maduración en maduración final. Se observan ovocitos I, II, III y IV, estos últimos son más abundantes.

IV. Ovario Maduro. Predominancia del ovocito V ocupando gran volumen, muy escasos los ovocitos I.

V. Ovario en regeneración. Ovocitos V en proceso de reabsorción y

reestructuración, abundante cantidad de ovocitos II, con presencia de espacios vacios en la gónada.

Se graficó las frecuencias porcentual de ocurrencia de hembras de acuerdo con su madurez ovárica por mes y por estación de muestreo. Se aplicó un análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis (K-W) para determinar diferencias significativas entre la madurez gamética y la coloración gonádica y posteriormente, se calculó la correlación de Pearson (r) y la regresión (r^2), para medir el grado de relación entre la madurez gamética femenina con la coloración de la gónada y del caparazón.

De acuerdo con el procedimiento de Clarke & Warwick (1994), se relacionó la madurez gamética femenina a nivel espacial por medio de dendrogramas jerárquicos, obtenidos con distancias euclideas de los datos transformados raíz raíz. Todas las pruebas estadísticas fueron seguidas de acuerdo con lo estipulado por Ferran (2001) y se asumieron a un nivel de significación de $p < 0.05$.

Los análisis estadísticos fueron realizados en los programas Statistical Package for The Social Sciences (SPSS) 13 y Plymouth Routines for Multivariate Environment Research (PRIMER) 6.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de especímenes analizados

Se analizaron un total de 204 hembras de *U. occidentalis*, que presentaron una anchura de cefalotórax desde 40.07 hasta 76.89 mm de ancho de caparazón (prom. 61.04 ± 7.24 mm). La mayor frecuencia de organismos se situó en aquellos comprendidos en el intervalo de 50.00 a 70.00 mm (**Figura 2**). El peso de las hembras osciló desde 26.20 hasta 169.20 gr de peso (prom. 98.82 ± 29.32 gr). Las frecuencias más marcadas de peso se registraron desde 75.00 hasta 125.00 gr (**Figura 3**).

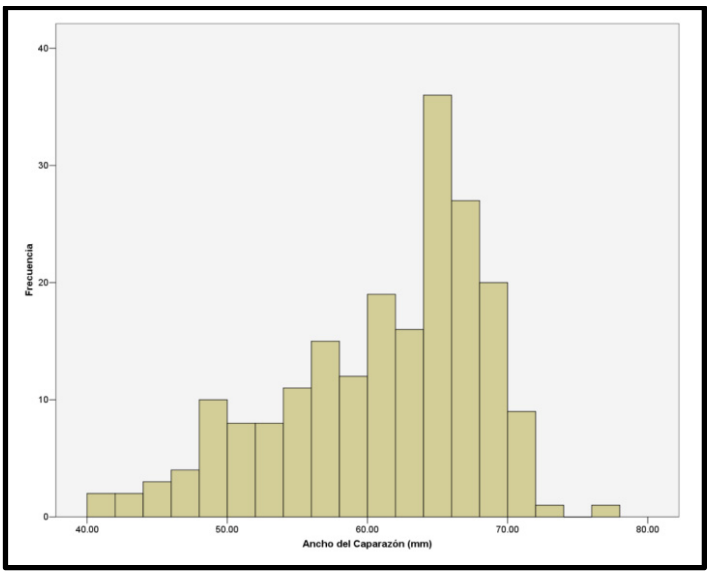


Figura 2. Histograma del ancho del cefalotórax (mm) de hembras de *U. occidentalis* del SOBJ sometidas a análisis de biología reproductiva.
Figure 2. Histogram of carapace width (mm) of *U. occidentalis* females of the SOBJ subjected to analysis of reproductive biology.

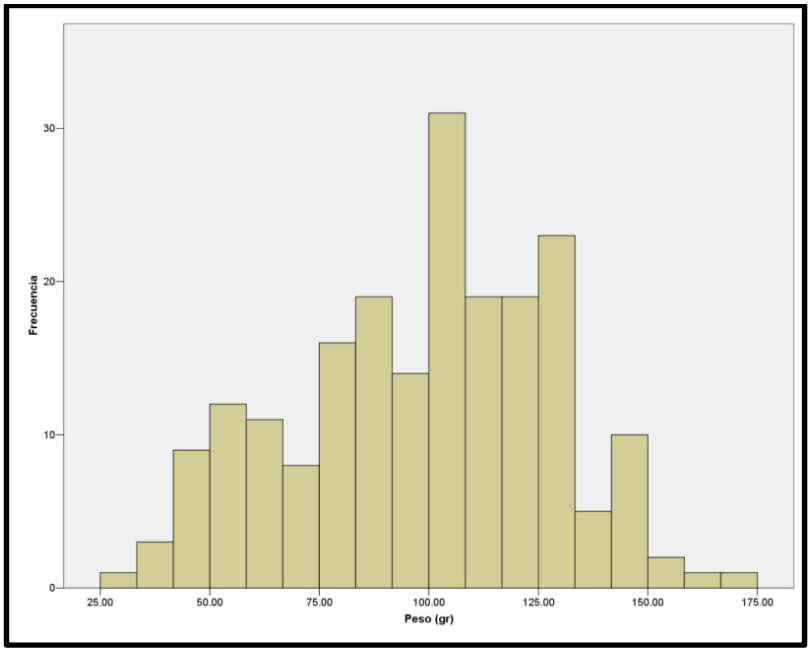


Figura 3. Histograma del peso (g) de hembras de *U. occidentalis* del SOBJ sometidas a análisis de biología reproductiva.
Figure 3. Histogram of weight (g) of *U. occidentalis* females of the SOBJ subjected to analysis of reproductive biology.

Anatomía e histología del aparato reproductivo

El abdomen de la hembra es ensanchado (**Figura 4a**), donde permanecen los óvulos fertilizados para la embriogénesis y la posterior liberación larval. Los gonópodos facilitan la penetración de los espermatozoides durante la cópula y se localizan en el sexto segmento (**Figura 4b**). Al igual que en los machos, internamente, el aparato reproductor femenino asemeja una letra H.

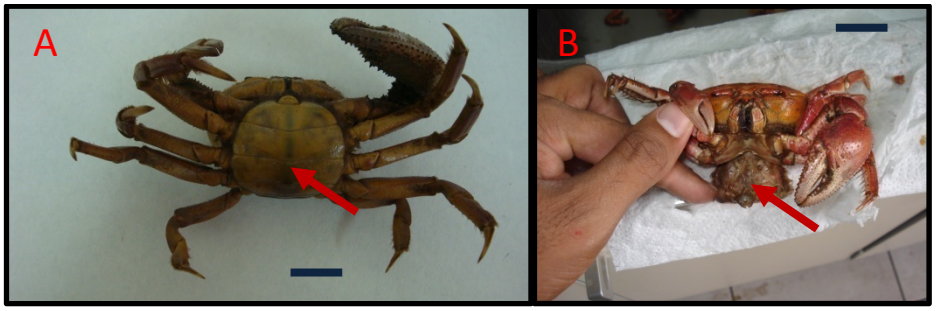


Figura 4. Vista externa (a) e interna (b) del Abdómen de hembras de *U. occidentalis* del SOBJ. Barras de escala de 20 mm.
Figure 4. External (a) and internal (b) view of the abdomen females of *U. occidentalis* of the SOBJ. Scale bars of 20 mm.

A nivel histológico, las gónadas femeninas presentan cambios considerables relacionados con incrementos en proteína vitelínica y en el diámetro celular (Tsukimura, 2001, Castihlo, 2006). Tales cambios permiten establecer cinco fases de la ovogénesis, las cuales son detalladas a continuación:

Ovocito I. Citoplasma delgado y basófilo con un núcleo mayor observado. Se sitúa en centros germinativos (**Figura 5a**).

Ovocito II. Ovocitos previtelogénicos con presencia de glóbulos eosinófilos y vacuolas (**Figura 5b**).

Ovocito III. Ovocitos en vitelogénesis con el citoplasma levemente eosinófilo (**Figura 5c**).

Ovocito IV. Ovocitos en vitelogénesis con citoplasma eosinófilo o núcleo condensado (**Figura 5d**).

Ovocito V. Ovocitos maduros con vitelogénesis completa (**Figura 5e**).

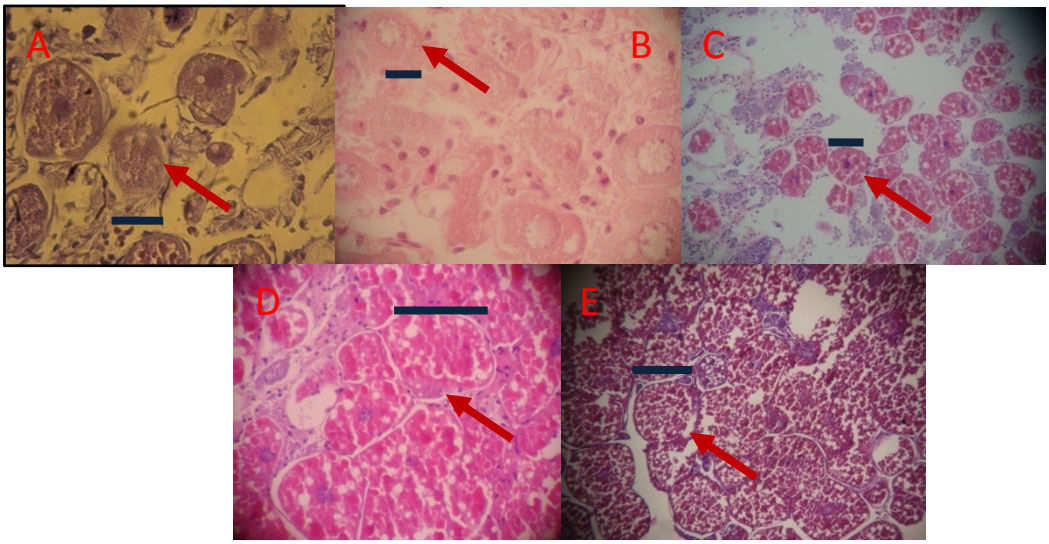


Figura 5. Fases I (a), II (b), III (c), IV (d) y V (e) de la ovogénesis de *U. occidentalis* del SOBJ. Barras de escala (a) y (b) 20 µm, (c) 50 µm, (d) 100 µm y (e) 200 µm.
Figure 5. Phase I (a), II (b), III (c), IV (d) and V (e) of *U. occidentalis* females oogenesis of the SOBJ. Scale bars (a) y (b) 20 µm, (c) 50 µm, (d) 100 µm y (e) 200 µm.

Ciclo reproductivo anual

En el mes de abril 2009, se observaron hembras con algún grado de madurez en todas las estaciones de muestreo. El Horno, El Ajalín y El Rico fueron las únicas estaciones que contenían hembras inmaduras. Las más altas proporciones de hembras con ovarios maduros se presentaron en El Varal, La Conquista y El Dorado, en esté último sitio, todas ellas exhibieron esa condición. La mitad de las hembras en La Conquista y la totalidad de ellas en El Brujo mostraron madurez inicial. Las Trompetas destacó porque todos los organismos analizados se encontraban en la fase de ovario en regeneración, por lo que se encontraban en proceso de desove, en esa misma fase se observó en la mitad de las hembras de El Ajalín (**Figura 6**). Las altas proporciones de hembras madurando constituyen una señal de preparación debido a la proximidad de la reproducción masiva conocida como "corrida" que ocurrió en mayo de 2009.

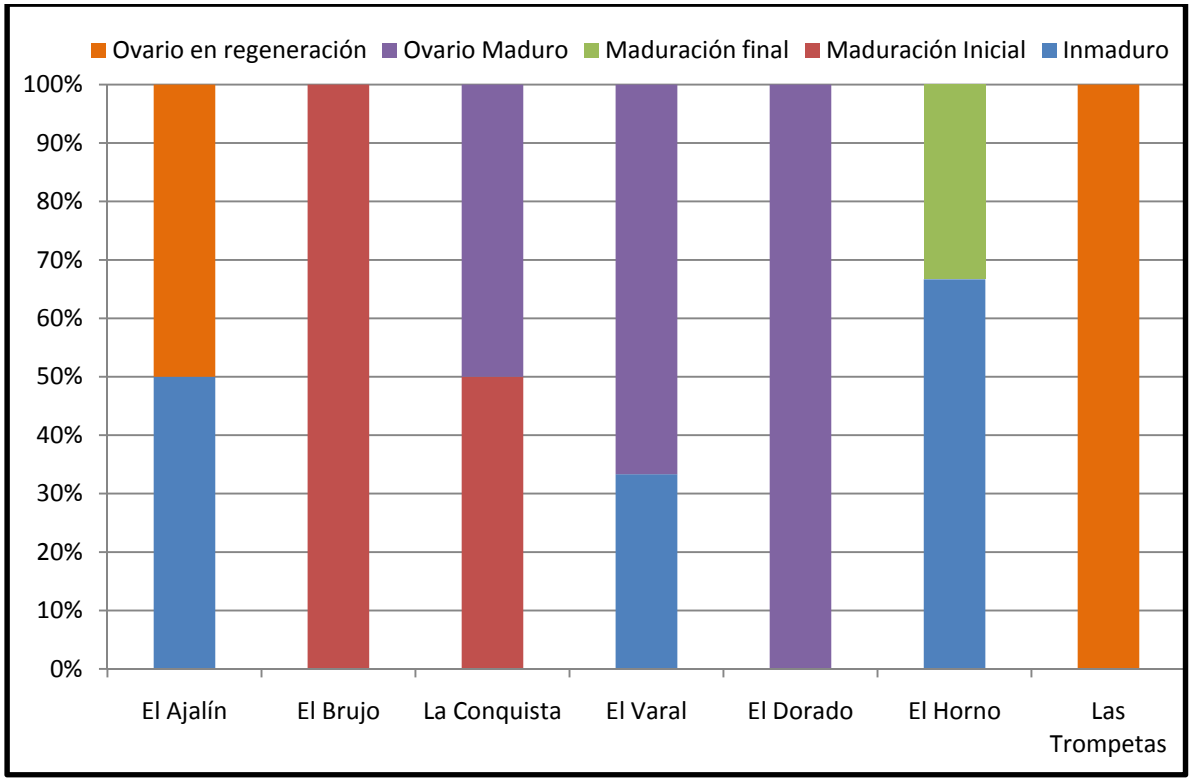


Figura 6. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Abril 2009.
Figure 6. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. April 2009.

En el mes de mayo de 2009, la mitad de las hembras de El Brujo y El Horno avanzaron a una etapa más avanzada de madurez gonádica. En El Cebollal y El Dorado, las hembras encontradas tenían ovarios maduros al igual que la mitad de las hembras de El Varal y El Horno. En Las Trompetas se observó una proporción equilibrada entre hembras con ovario en regeneración y en maduración inicial. El único sitio que mostró hembras inmaduras fue El Lodo (**Figura 7**). El hecho de encontrarse la mayoría de las hembras en estadíos avanzados de madurez, coincidió efectivamente con el evento de "corrida", acontecido en ese mes de muestreo. En este mes se observó que las hembras de Las Trompetas y El Varal se encontraban desovando al momento de la captura.

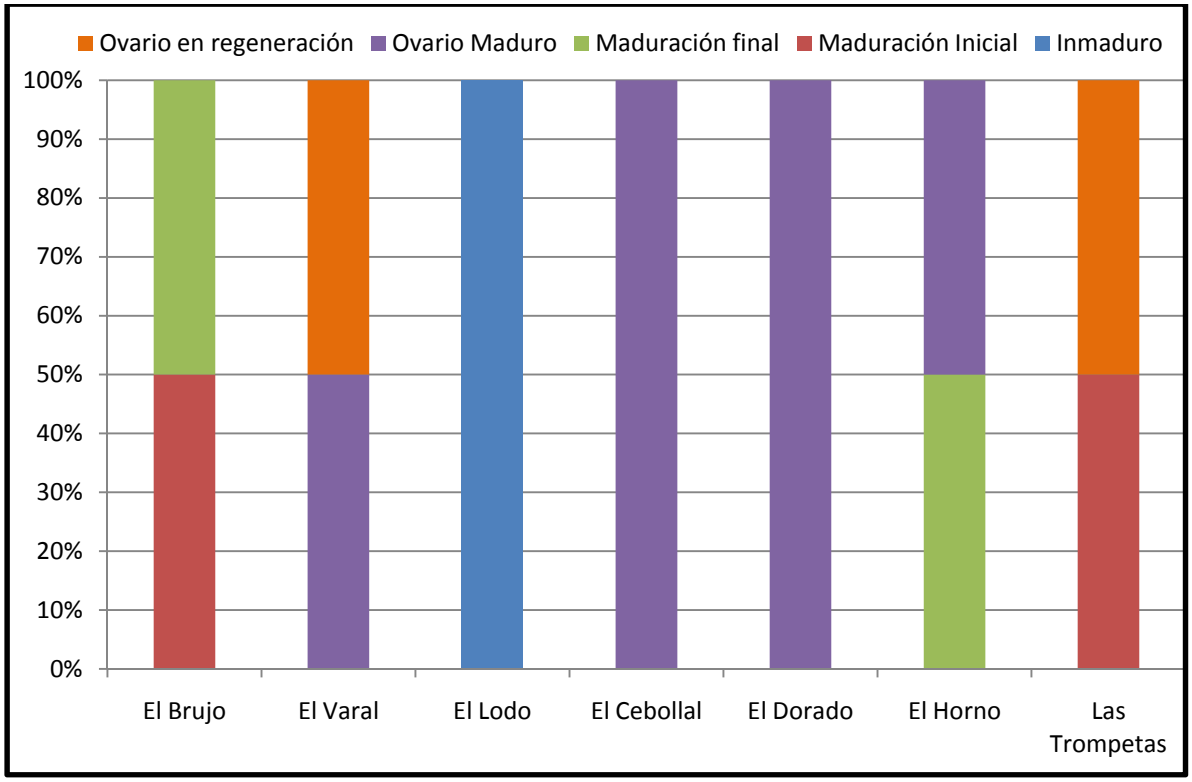


Figura 7. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Mayo 2009.
Figure 7. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. May 2009.

Seis de las ocho estaciones muestreadas en julio 2009 contenían hembras en avanzados estadíos de maduración. De ellas, El Ajalín, El Brujo, El Cebollal y El Horno contenían hembras en el proceso de desove. En El Lodo se observaron todos los organismos con ovarios maduros. En las estaciones El Dorado y Las Trompetas presentaron hembras con ovarios inmaduros, en la primera de ellas, la mitad de los organismos, mientras que en la segunda, todas las hembras fueron inmaduras (**Figura 8**). Esto último reviste especial importancia, puesto que el proceso de desove y reproducción masiva de las hembras de Las Trompetas parece haber comprendido los meses de abril-junio de 2009. Por otro lado, las hembras de otras estaciones que habían estado avanzando en sus procesos de maduración en meses anteriores, habrían alcanzado la fase de desove en julio de 2009.

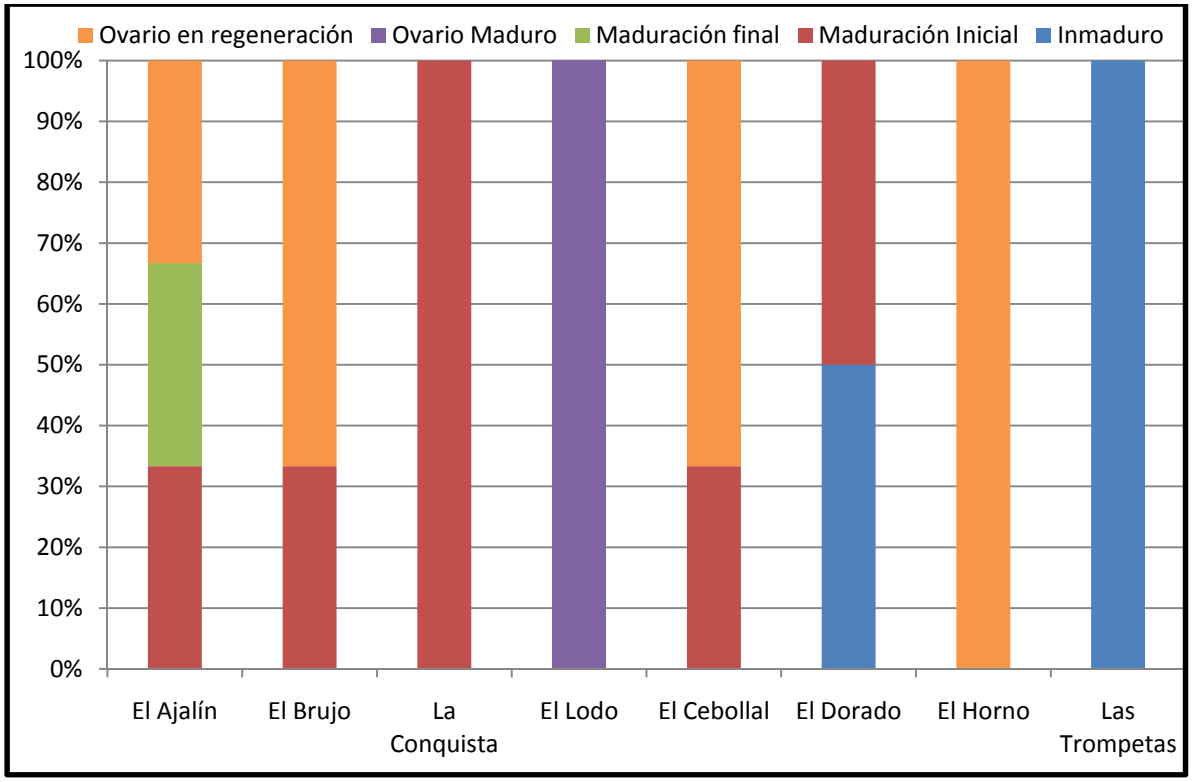


Figura 8. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Julio 2009.
Figure 8. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. July 2009.

En agosto de 2009, con excepción de El Lodo, El Cebollal y El Dorado, las seis estaciones restantes mostraron hembras en fases inmaduras. En esas tres estaciones, se observaron solamente hembras en proceso de maduración gamética: ovario maduro, maduración inicial y final respectivamente. La única estación que continuó con el desove fue El Ajalín (**Figura 9**).

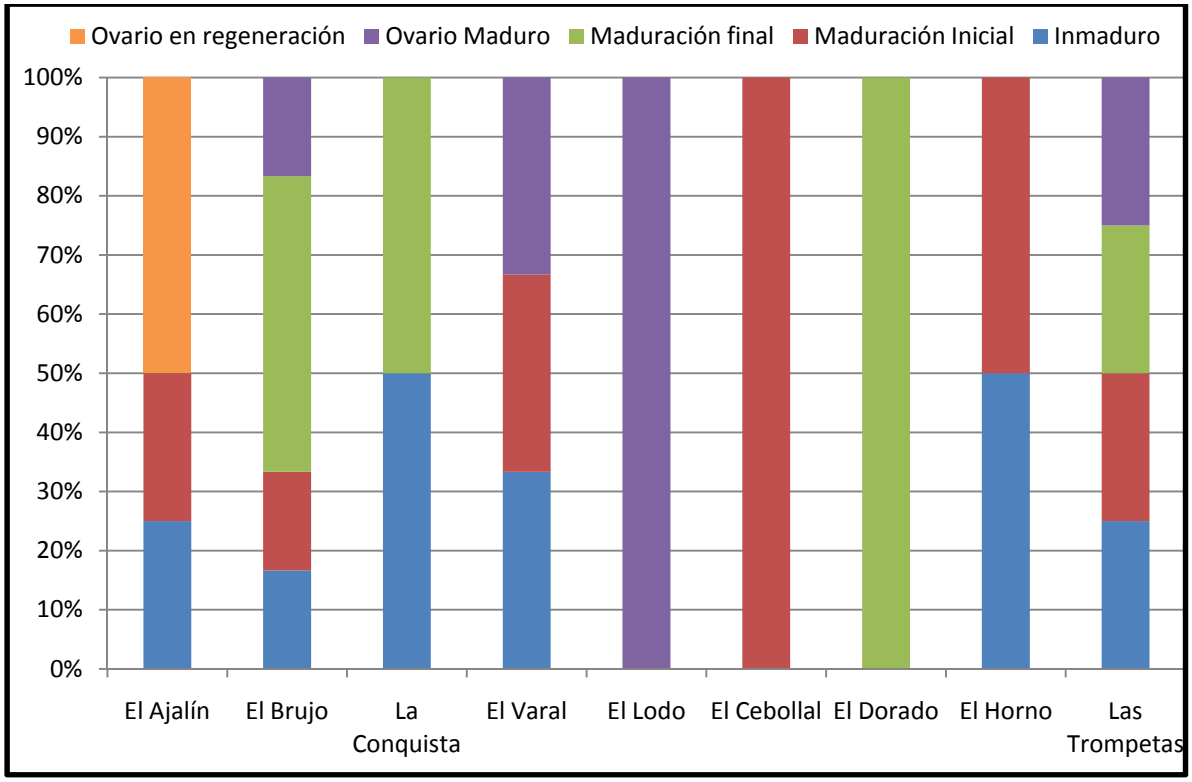


Figura 9. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Agosto 2009.
Figure 9. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. August 2009.

Respecto de las estaciones analizadas en Septiembre de 2009, El Ajalín, El Dorado, El Varal y El Cebollal presentaron hembras con ovarios inmaduros; en las dos primeras, la mitad de ellas, mientras que en El Varal y El Cebollal, todas presentaron esa condición. En El Ajalín la mitad de las hembras y en El Horno todas ellas, presentaron ovarios en maduración final. En El Brujo todas las hembras analizadas presentaron ovarios maduros. En Las Trompetas la totalidad de organismos observados estuvieron en maduración inicial (**Figura 10**). Es importante destacar que no fueron encontradas hembras con ovarios en regeneración, es decir, en proceso de liberación larvaria. En El Brujo se observó que la proporción de hembras que se encontraban en maduración inicial y final en agosto de 2009, contenían ovarios maduros en septiembre de 2009.

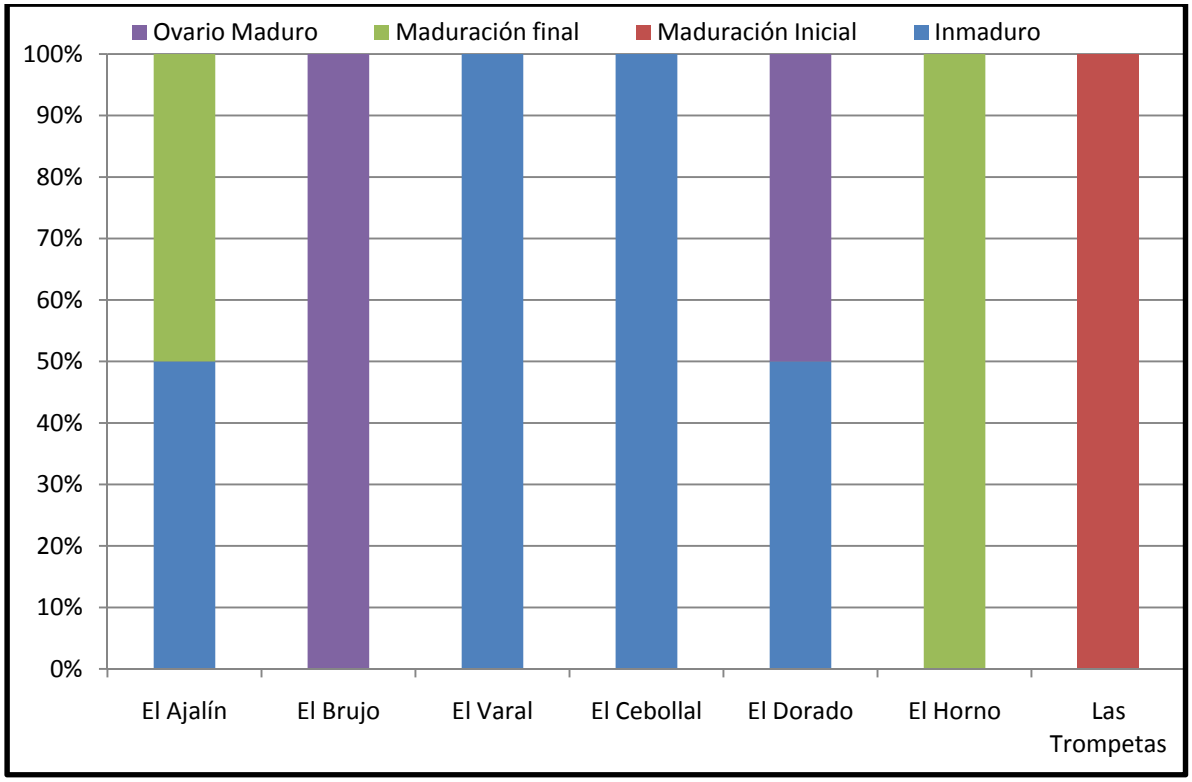


Figura 10. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Septiembre 2009.
Figure 10. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. September 2009.

En octubre de 2009, se analizaron únicamente cuatro estaciones de muestreo. Con la excepción de El Horno, se observaron hembras inmaduras en el resto de las estaciones. Fue en esa estación que, a parte de contener un tercio de hembras inmaduras, se analizaron hembras con ovarios en maduración inicial y en regeneración (**Figura 11**). En este mes del año puede observarse la finalización del período reproductivo que podría considerarse masivo o de gran escala, dando paso a procesos reproductivos localizados en sitios determinados, por causa de hembras que desovan fuera de eventos masivos.

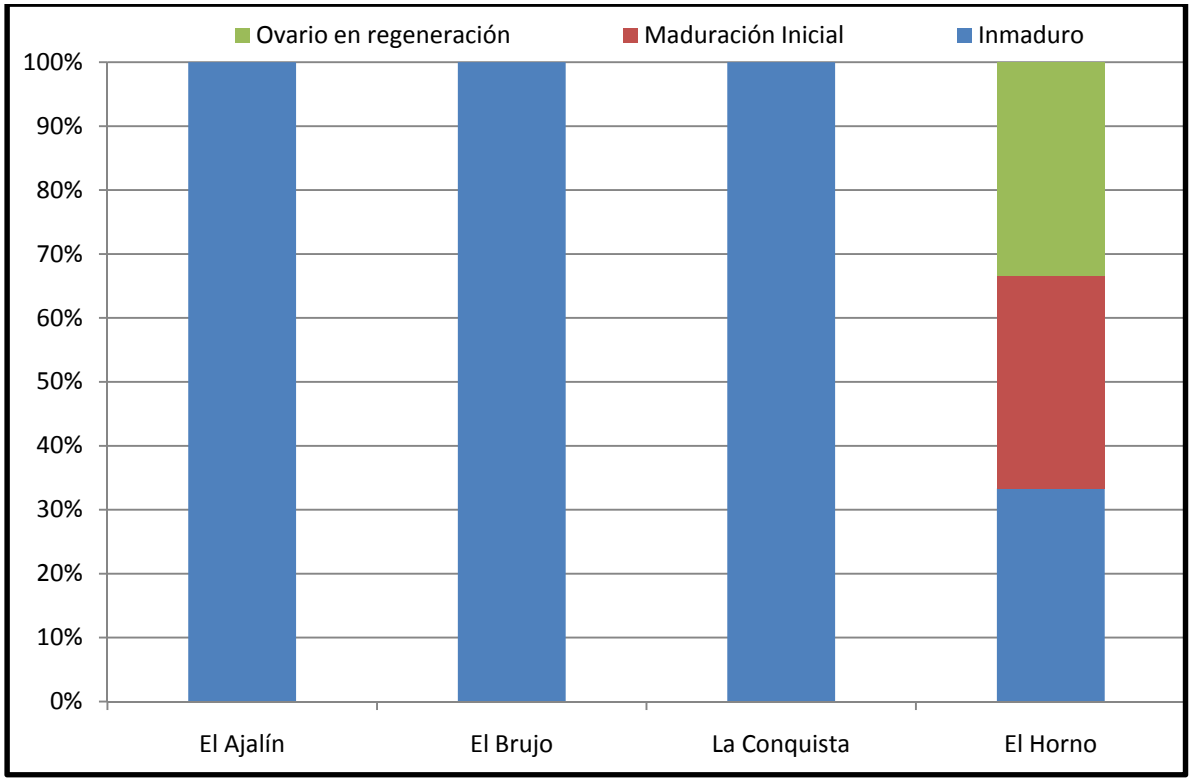


Figura 11. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Octubre 2009.
Figure 11. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. October 2009.

En el caso de noviembre de 2009, la mitad de las estaciones contenía hembras inmaduras, en El Brujo todas ellas presentaban esa condición. Se observaron todas las hembras analizadas en maduración inicial y con ovario maduro en El Lodo y El Dorado respectivamente. El Varal fue la única estación que mostró hembras con ovarios en regeneración o en proceso de desove (**Figura 12**).

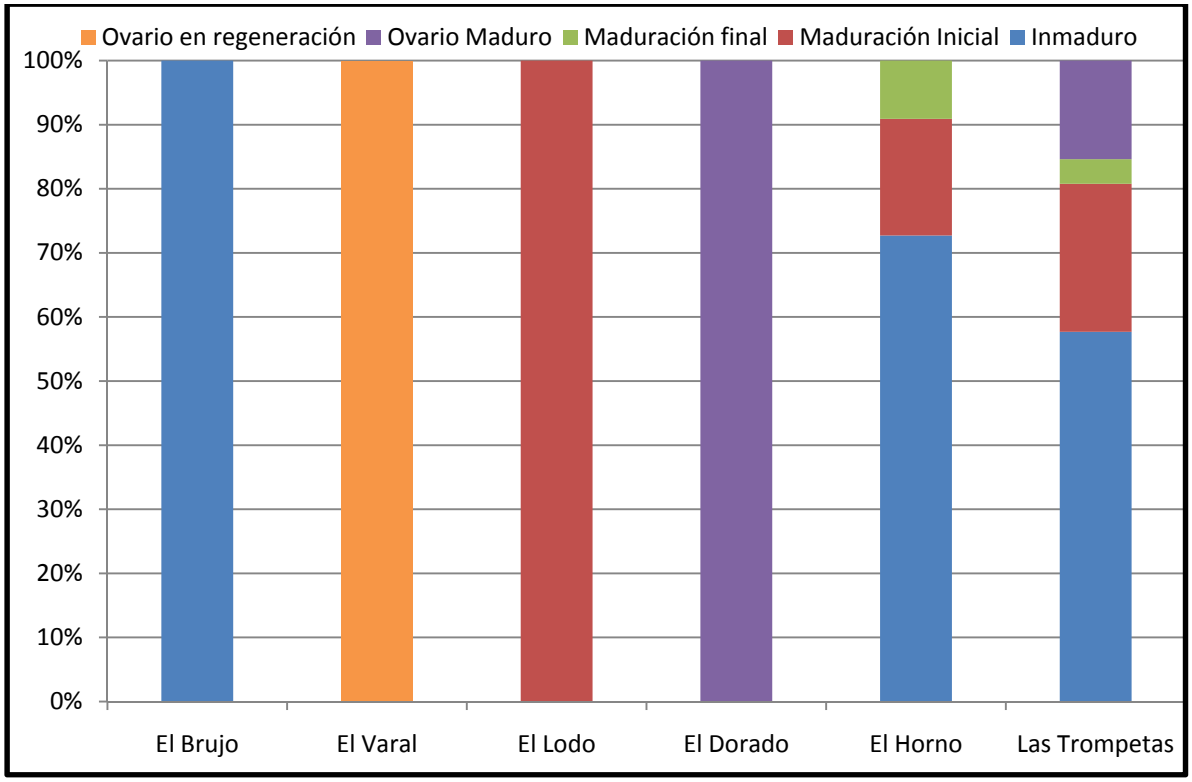


Figura 12. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Noviembre 2009.
Figure 12. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. November 2009.

En general, en diciembre de 2009 se observó que la mayoría de hembras analizadas estuvo en bajos estadíos de madurez. La excepción ocurrió en Las Trompetas que fue la única estación que presentó hembras en proceso de desove (**Figura 13**). En este mes comenzaron a registrarse los primeros indicios de la época de muda de la especie – que usualmente ocurre en enero de cada año, pudiendo ser ésta condición fisiológica, la causa de que las hembras se hayan mantenido en estadíos de inmadurez reproductiva. Es importante destacar que se observó *in situ* que la muda ocurrió con marcadas diferencias espaciales y que, aún en los sitios donde se presentaban organismos en muda, no ocurría en todos los individuos al mismo tiempo.

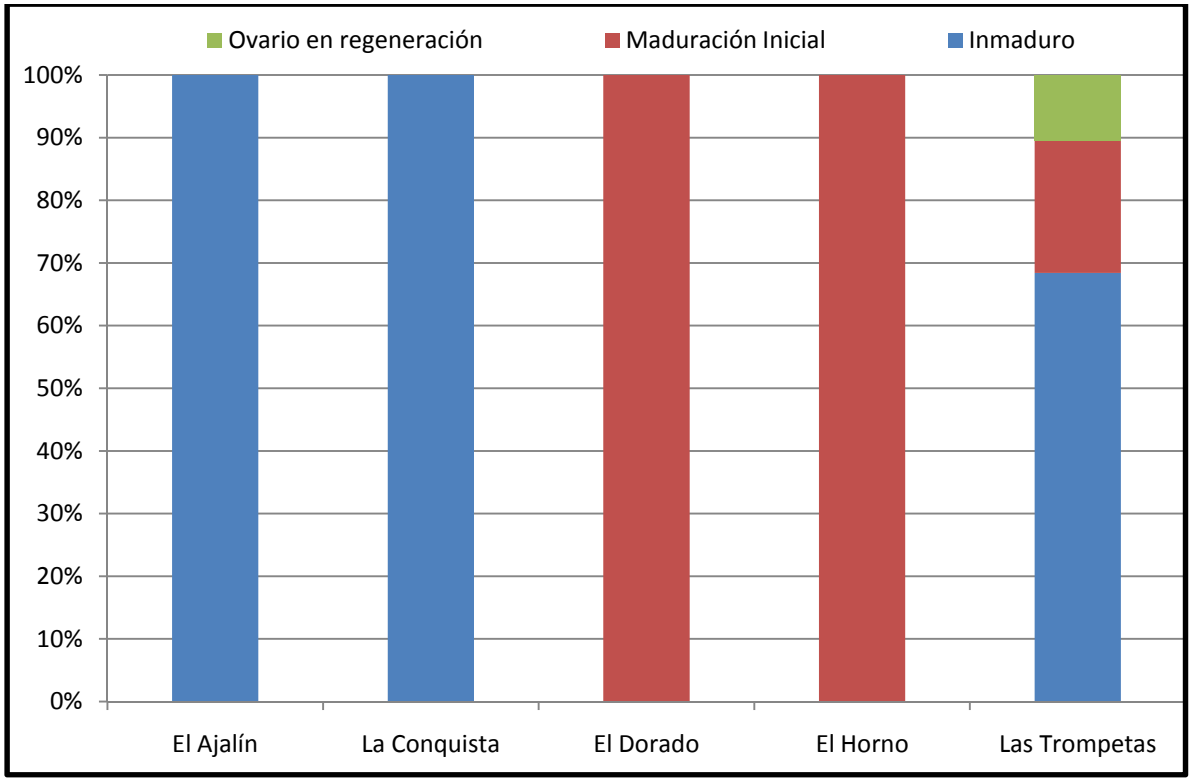


Figura 13. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Diciembre 2009.
Figure 13. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. December 2009.

En todas las estaciones analizadas en febrero de 2010 se presentaron hembras con algún grado de madurez gamética, generalmente, en la fase de maduración inicial (**Figura 14**). Se observó que al finalizar el período fisiológico de muda, da inicio el ciclo de madurez que preparará a los organismos para las reproducciones masivas que acontecerán en los meses subsiguientes.

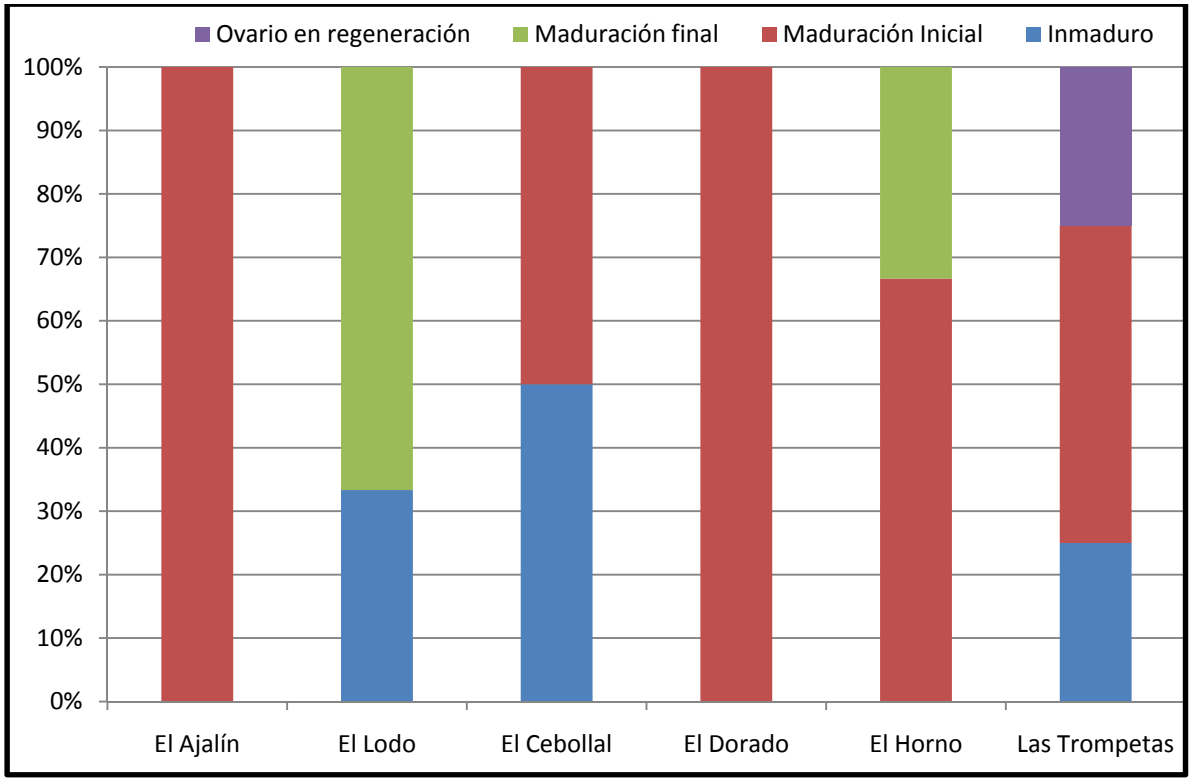


Figura 14. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Febrero 2010.
Figure 14. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. February 2009.

En marzo de 2010, si bien, en la mayoría de las estaciones se observaron hembras con estadíos inmaduros, En El Cebollal y El Dorado se encontraron especímenes con ovarios maduros, en la primera estación incluso, se determinaron hembras en proceso de desove (**Figura 15**). Este proceso de madurez es propicio para la época de reproducciones masivas que ocurririán posteriormente.

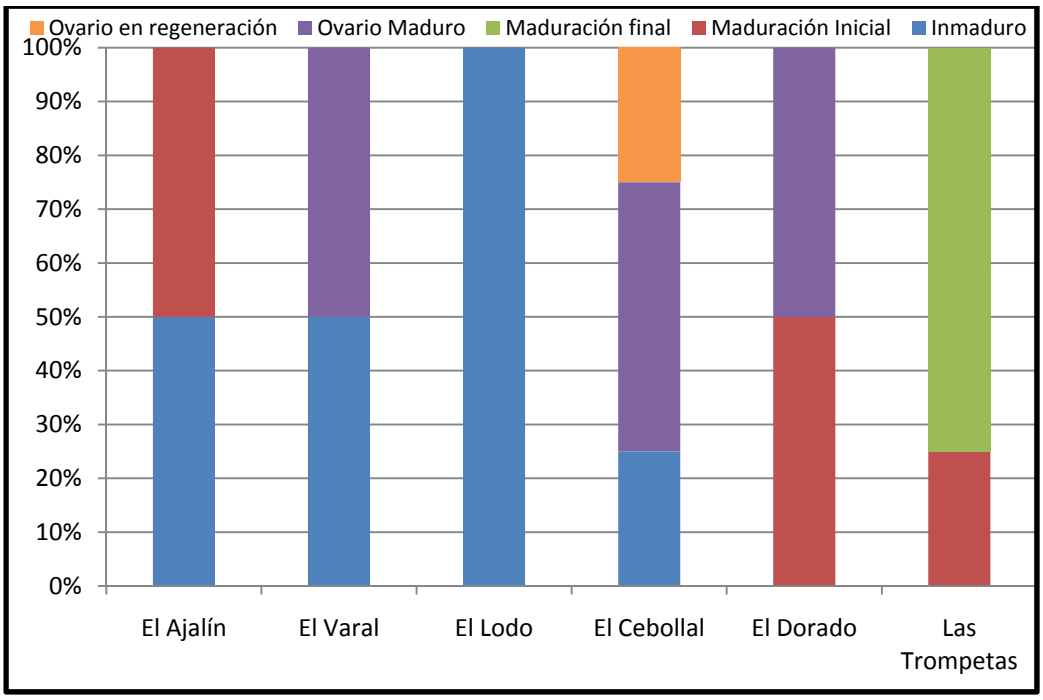


Figura 15. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Marzo 2010.
Figure 15. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. March 2009.

En el análisis consolidado de madurez gamética de las hembras del SOBJ, se observó que los diferentes estadíos ocurren en diferente magnitud en prácticamente todos los meses del año (**Figura 16**). El ciclo reproductivo anual a gran escala (CRAGE), con base en las proporciones de hembras con madurez gamética, ocurriría cuando más del 65% de las hembras se encuentran en proceso de maduración. En El SOBJ el CRAGE se observó entre febrero y septiembre de cada año. Finalmente, es necesario tomar en cuenta que, dentro del CRAGE, sea a través de "corridas" o no, originarían cohortes de edades relativamente similares, que luego de cierto tiempo, se reproducirían en el ámbito de esas épocas.

En los meses que no pertenecen al CRAGE, se observarían maduraciones gaméticas y posteriormente desoves larvarios a nivel local, debido a ajustes fisiológicos individuales y a otros factores ambientales que podrían inducir el desove de las hembras. De hecho, el proceso de maduración a nivel espacial, fue

observado de manera desigual en el ecosistema, presentándose tres grupos de estaciones cercanos entre sí, pero distantes de los demás (**Figura 17**).

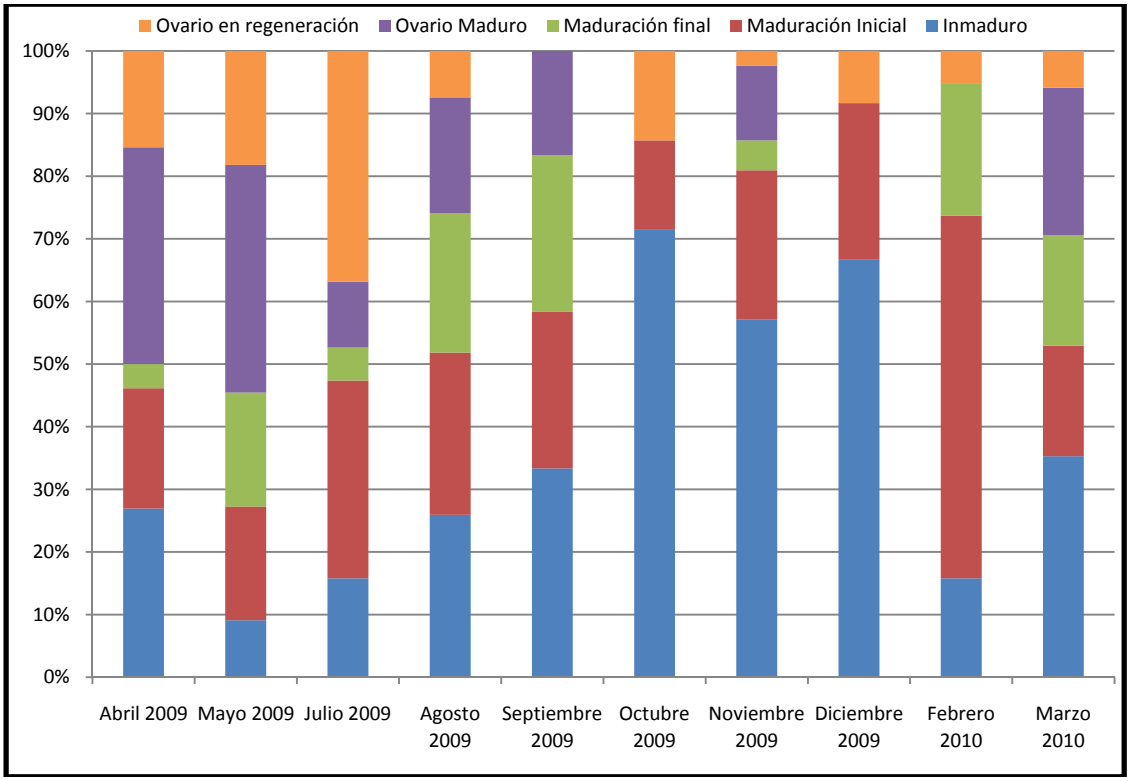


Figura 16. Proporción de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con su fase de madurez gonádica en el SOBJ. Abril-Mayo y Julio-Diciembre de 2009 y Febrero-Marzo de 2010.
Figure 16. Proportion of female *U. occidentalis* according to their stage of gonadal maturity in SOBJ. April-May and July-December 2009 and February-March 2010.

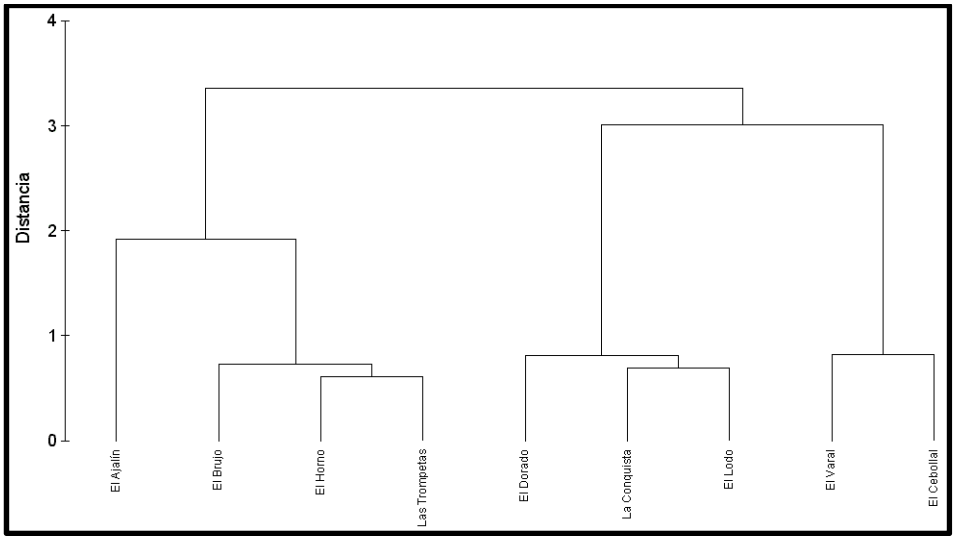


Figura 17. Dendrograma jerárquico de distancia euclidea de las estaciones de muestreo de acuerdo maduración gonádica de hembras de *U. occidentalis* en el SOBJ.
Figure 17. Euclidean distance hierarchical dendrogram of sampling stations according gonadal maturation of *U. occidentalis* females in SOBJ.

Los hallazgos de este estudio indican que *U. occidentalis* presenta actividad reproductiva y liberación larvaria en casi todos los meses del año, con variaciones ocasionadas por fisiología de los individuos (muda y oscilaciones de ciclos biológicos) y una combinación con factores ambientales. En general, la mayoría de especies de cangrejos tropicales y subtropicales, familia en la que previamente había sido ubicada *U. occidentalis*, presentan actividad reproductiva en todos los meses del año en condiciones de alimentación y de factores ambientales favorables (Emmerson, 1994, Costa & Negreiros-Fransozo, 2004, Litulo, 2005, Castiglioni & Negreiros-Fransozo, 2006).

Maduración gamética y color de la gónada

En general, el color de la gónada refleja el proceso de la madurez gamética. El color blanco o transparente en la gónada indicó en mayor proporción estadíos inmaduros (70%). La gónada color rojo por su parte, presentó mayoritariamente maduración inicial. La gónada rosada mostró madurez inicial y final en iguales proporciones. La gónada anaranjada incluyó principalmente organismos con ovarios maduros y en regeneración (**Figura 18**). Se determinaron diferencias significativas entre la maduración gamética y el color de la gónada (K-W, $P < 0.05$), además de una fuerte relación entre las variables ($r^2 = 0.70$, $p < 0,05$).

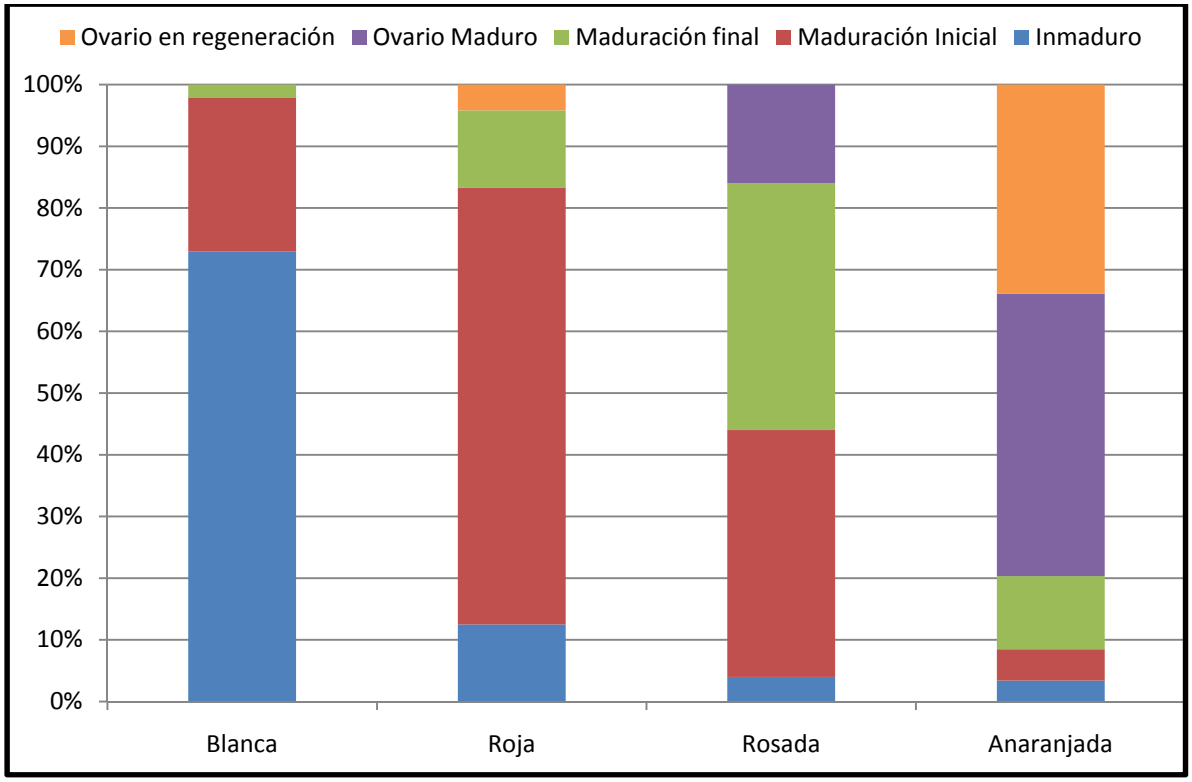


Figura 18. Proporción de maduración gonádica de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con el color de la gónada.
Figure 18. Proportion of female's gonadic maturation of *U. occidentalis* according to the gonad coloration.

Maduración gamética y color del caparazón

Las hembras con el color del caparazón amarillo y gris presentaron similares proporciones de maduración, mientras que las de caparazón morado presentaron una proporción superior al 60% de hembras inmaduras (**Figura 19**). No se detectaron diferencias significativas entre las variables (K-W, $p > 0.05$) y tampoco se observó relación positiva ($r^2 = 0.28$, $p > 0.05$).

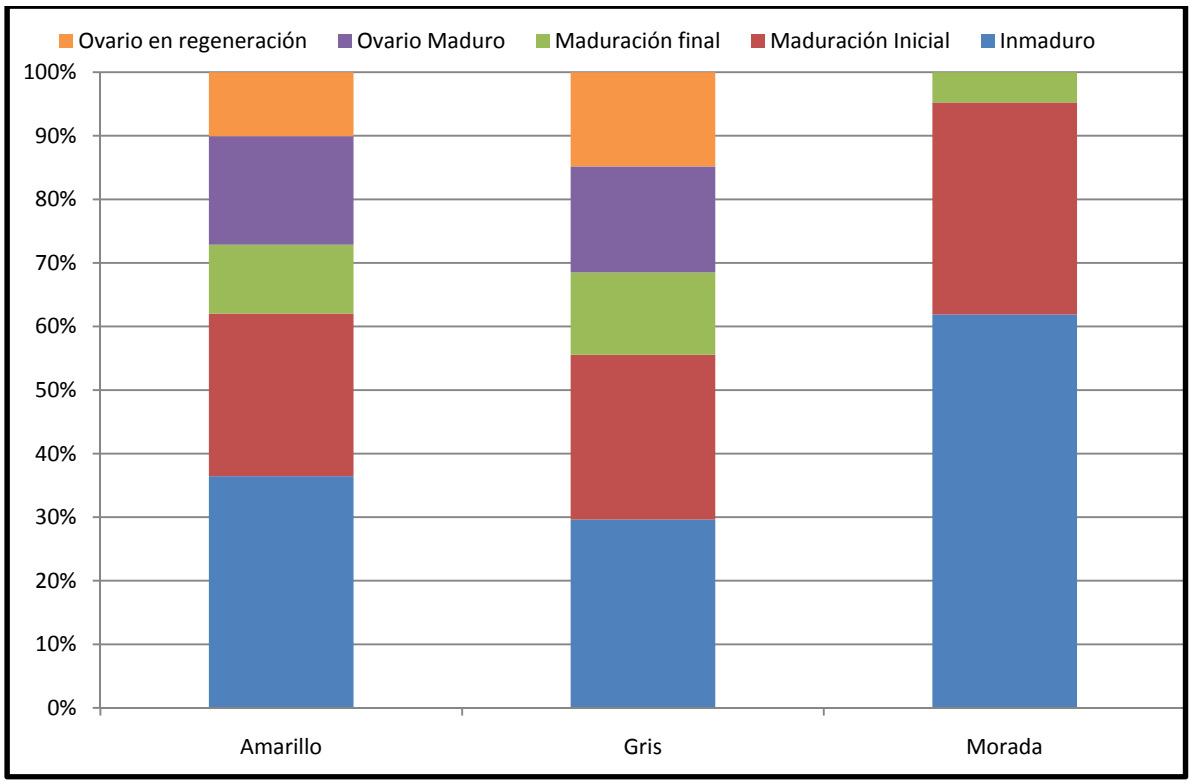


Figura 19. Proporción de maduración gamética de hembras de *U. occidentalis* de acuerdo con el color del caparazón.
Figure 19. Proportion of female's gonadic maturation of *U. occidentalis* according to the carapace coloration.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El ciclo reproductivo anual de *U. occidentalis* en el SOBJ ocurre básicamente en todos los meses del año, observándose actividad reproductiva a gran escala (> 65% de las hembras) entre febrero y septiembre. En este período se originarían desoves intensos que producirían *a posteriori*, cohortes de nuevos reclutas al ecosistema. Esto explica en parte la razón de las prominentes abundancias poblacionales del SOBJ.
2. La reproducción de la especie presenta una territorialidad en básicamente tres secciones, por lo que sería conveniente considerar un aprovechamiento territorial alternante del recurso, acompañado de pruebas *in situ* de la madurez gamética de la especie con base en la coloración de las gónadas.
3. Considerar la implementación de un activo y eficaz programa

de protección de la especie durante el período fisiológico de muda, porque constituye una época de inactividad reproductiva.

4. Se recomienda implementar medidas de conservación que consideren la total protección de la especie durante las "corridas", acompañado de acciones complementarias de aseguramiento de capturas en proporciones machos/hembras de 3:1 entre febrero-septiembre de cada año.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el invaluable apoyo en la recolecta de muestras de Carlos Barahona, Manuel González, Gonzalo Reyes, Douglas Chica, Dimas Molina, Lisandro Hernández, Cornelio Rubio, Adán Velásquez y Gilberto Lobo. El manuscrito fue enriquecido notablemente gracias a los comentarios y sugerencias de Maria Lucia Negreiros-Fransozo y Enrique Barraza Sandoval.

REFERENCIAS

- Aparicio, G. E. & T. Pleitéz. 1993. Influencia de la Temperatura, Humedad Relativa y Radiación solar en el desarrollo gonadal del punche (*Ucides occidentalis*) en la Barra de Santiago. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 81 pp.
- Ball, E. E. 1972. Observations on the Biology of Hermit crab *Coenobita compressus* Milne Edwards (Decapoda: Anomura) on the best coast of the Americas. Rev. Biol. Trop. 20: 256-273.
- Ball E. E. & J. Haig. 1974. Hermit Crabs from the Tropical Eastern Pacific. I. Distribution, color and natural history of some shallow water species. Bulletin of Southern California Academic of Science. 73: 95-104.
- Bott, R. 1954. Dekapoden (Crustacea) aus El Salvador. 1. Winkerkrabben (Uca). Senckenbergiana biologica 35(3-4):155-180.
- Carranza, O. & F. Mejía 2001. Estudio sobre densidad de población, Distribución y Abundancia Relativa del .Punche. *Ucides occidentalis* en la Bahía de Jiquilisco. FIAES - Fundación REDES 22 pp.

- Carranza, O. & F. Mejía 2002. Estudio de Población del punche *Ucides occidentalis*, en la Bahía de Jiquilisco. Fundación Salvadoreña para la Reconstrucción y el Desarrollo REDES 20 pp
- Carranza, O. 2004. Diagnostico de la situación actual de las poblaciones de crustáceos decápodos punches *Ucides occidentalis* y tihuacales *Cardisoma crassum*, en el área natural protegida Barra de Santiago. Proyecto " rotulación ecológica, ecoturismo y saneamiento ambiental en Barra de Santiago" Ramsar-fondo Humedales para el futuro. RAMSAR, US. Fish &Wildlife Service Department of State United States of America 24 pp.
- Castiglioni, D. S. & M. Negreiros-Fransozo. 2006. Ciclo reprodutivo do caranguejos violinista *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) habitante de um estuário degradado em Paraty, Rio de Janeiro, Brasil. Revitsa Bresileira de Zoologia 23 (2): 331-339.
- Castilho, G. 2006. Aspectos reprodutivos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), na baía de Antonina, Paraná, Brasil. Universidade Federal do Paraná. Tesis de Maestría. 102 pp.
- Clarke K. R. & R. M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Colpo, K. D. & M. Negreiros-Fransozo. 2004. Comparison of the population structure of the fiddler crab *Uca vocator* (Herbst, 1804) from three subtropical mangrove forests. Scientia Marina 68 (1): 139-146.
- Efford, I. E. 1976. Distribution of sand crab in genus Emerita (Decapada, Hippi dae). Crustaceana. 30: 169-183.
- Emmerson, W.D. 1994. Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, southern Africa. Journal of Crustacean Biology 14 (3): 568-578.
- Ferran, A. 2001. SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill. España. 480 pp.
- Gore, R. H. 1982. Porcellanid crabs of the coast of Mexico and Central America (Crustacea: Decapada: Anomura). Smith. Contr.Zool. 363: 1-34.
- Haig, J. 1960. The Porcelanidae (Crustacea: Anomura) of the Eastern Pacific. Allan. Hanckoc. Pac. Exp. 1-440.

- ---------. 1968. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. Porcellanid crabs (Crustacea: Anomura) from the best coast of Tropical America. Zoologica. 53: 57-74.
- Holthuis, L. B. 1954. On a collection of decapod Crustacea from the republic of El Salvador (Central America). Zoologische Verhandelingen 23:1-43.
- Litulo, C. 2004. Reproductive aspects of a tropical population of the fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards, 1837) (Brachyura: Ocypodidae) at Costa do Sol Mangrove, Maputo Bay, southern Mozambique. Hydrobiologia 525:167-173.
- López Q., H. M. 1997. Biología Reproductiva del "punche"(*Ucides occidentalis*) en la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 37 pp.
- Lee, Y. 1998. Ecological role of grapsid crabs in mangrove ecosystems: a review. Marine and freshwater research 49: 335-343.
- Orellana, F. T. 1977. Guía para Estudios de Familias de Cangrejos (Crustáceos, Decápodos) de El Salvador. Boletín No 10. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias y Humanidades. Universidad de El Salvador. 92 pp.
- Orellana, J. 1992. Inventario preliminar de crustáceos marinos y de agua dulce de El Salvador, América Central. SEMA. 78 pp.
- Pocasangre, O. & C. Granados. 1995. Distribución y abundancia relativa de *Ucides occidentalis* y *Cardissoma crassum* en la Bahía de Jiquilisco, Usulután. P. 267-276. In: Zamarro, J. (Ed.). Actas del Simposium Ecosistemas de Manglar en el Pacífico Centroamericano y sus Recursos de Postlarvas de Camarones Peneidos. PRADEPESCA. 436 pp.
- Rivera, C. G. 2005. Estudio preliminar de la distribución y abundancia del punche *Ucides occidentalis*, curil *Anadara tuberculosa*, curililla *A. similis* y casco de burro *A. grandis* del Estero El Tamarindo, Departamento de La Unión. 18 pp.
- Rivera, C. G. 2008. Contribución al manejo sostenible de la pesca artesanal del "punche" (*Ucides occidentalis*) de los manglares del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. P. 33-47. *In:* Rivera, C. G. *et al.* (Eds.) 2008. Estructura y composición del complejo Manglar-estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Informe final Objetivo 3. Proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en Comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la Bahía Occidental,

Jiquilisco, Usulután. Proyecto Mangle/FIAES/UES-ICMARES. San Salvador, El Salvador. 71 pp.

- Rivera, C. G. 2009. Diagnóstico socio-económico de ocho Comunidades del Sector Occidental de la Bahía de Jiqulisco, Departamento de Usulután. Proyecto Académico Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador-Asociación Local Mangle para la Mitigación de desastres y el Desarrollo del Bajo Lempa y Bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador. 59 pp.
- Tsukimura, B. 2001. Crustacean vitellogenesis: its role in oocyte development. Am. Zool. 41 (5): 465-476.
- Wolff, M., V. Koch & V. Isaac. 2000. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. Est. Coast. Shelf. Sci. 50: 1-15.

RECUADRO 6

Los “punches” (*Ucides occidentalis*) son a simple vista muy abundantes en el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ). Esas prodigiosas cantidades, que son objeto de extracción por usuarios locales – además de ser aprovechadas por animales silvestres –, se registran casi ininterrumpidamente a lo largo del año. Sobre la base de tan notables cantidades subyace la habilidad de la especie para reproducirse y reponer los organismos perdidos (mortalidad). En el SOBJ se ha registrado que el 65% de las hembras se encuentra activamente reproduciéndose entre febrero y septiembre de cada año. Los otros meses estarían siendo ocupados para la “muda” o su etapa preparatoria. Esa actividad reproductiva podría ser seguida de cerca por medio del color de la gónada que tiene una fuerte relación con la madurez de las hembras. Garantizar la permanencia del “punche” en el manglar requiere conservarlo de alteraciones en las etapas críticas de reproducción, como es el caso de las “corridas”, la “muda” y algunas consideraciones especiales entre febrero a septiembre de cada año, entre las que se pueden destacar: a) Extracción por sitios de acuerdo con la madurez de las hembras, b) Acordar un sitio exclusivo para reproducción de la especie y c) Mantener la relación de extracción en 3:1 de machos y hembras.

CAPITULO VII
ECOLOGÍA ALIMENTARIA DE *Ucides occidentalis* ("punches")

CARLOS GIOVANNI RIVERA[1] & DAMIÁN ANTONIO CÓRDOVA

1. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES). 2. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador (UES). Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
carlos.rivera@ues.edu.sv & damiancortz@yahoo.es

RESUMEN

Se presentan los resultados del estudio de biología alimentaria de *Ucides occidentalis* del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), desarrollado a través de un análisis de preferencias alimentarias y rangos de consumo. Para ello, se recolectaron especímenes de nueve (9) estaciones fijas de muestreo de 400 m^2 de área cada una, situadas en El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno y Las Trompetas. Se analizó el contenido estomacal de 168 especímenes, 88 machos y 80 hembras, con anchura de caparazón entre 36.20 y 82.60 mm (prom. 65.57 ± 8.53 mm) y peso promedio de 105.7 g (± 37.68). En estaciones y meses de muestreo, el material no determinado (detritus y sedimento) fue el ítem alimentario más predominante, seguido de material vegetal, constituido principalmente de hojas de *Rhizophora racemosa*. El 95% de los individuos contenían alimento en sus estómagos, la llenura total fue predominante (38%). Aproximadamente la mitad de los organismos presentaron una llenura estomacal superior al 50%. Se estima que la población de *U. occidentalis* consumiría unas 2.52 $Ton.ha^{-1}.año^{-1}$ equivalentes al 22% de la biomasa vegetal del SOBJ.

ABSTRACT

A study on *Ucides occidentalis* at the Western of Jiquilisco Bay (SOBJ) is presented. This included an analysis of analysis of food preferences and consumption ranges. Specimens were collected of nine (9) fixed sampling stations of 400 m^2 in area, located in El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno and Las Trompetas. The stomach contents were analyzed from 168 specimens, 88 males and 80 females, with carapace width of between 36.20 and 82.60 mm (mean 65.57 ± 8.53 mm) and average weight of 105.7 g (± 37.68). In all sampling stations and months, the undetermined material (detritus and sediment) was the most dominant food item, followed by plant material, consisting mainly of leaves of *Rhizophora racemosa*. The 95% of individuals contained food in their stomachs. The total fullness was the most prevalent (38%) in *U. occidentalis*. The half of the specimens had stomach fullness than 50%. The population of *U. occidentalis* could be consuming 22% of plant biomass of SOBJ.

Palabras clave: Ecosistemas de manglar, Brachyura, Cangejos de Manglar, Hábitos alimentarios.

Key words: Mangove Ecosystem, Brachyura, Mangove Crabs, Feeding Habits.

INTRODUCCIÓN

El cangrejo *Ucides occidentalis* es el organismo bentónico más representativo a nivel faunístico en el ecosistema de manglar, tanto por su biomasa como por su densidad y abundancia numérica (Lee, 1998, Wolff *et al.* 2000, Rivera 2008). Tal y como ha sido ampliamente documentado para otros cangejos de

manglar, los hábitos y preferencias alimentarias de esta especie tienen importantes implicaciones en la degadación de material vegetal y en los respectivos flujos de energía y nutrientes del ecosistema (Camilleri, 1989, 1992, Robertson & Daniel 1989, Koch & Wolff, 2002, Nordhaus & Wolff, 2007).

Pese a lo anterior, en El Salvador el conocimiento sobre ecología alimentaria de *U. occidentalis* es muy incipiente y no ha merecido la atención de la comunidad científica desde hace 15 años. Los únicos dos estudios que trataron someramente esta temática se desarrollaron en la Bahía de Jiquilisco (Pocasange & Ganados, 1995) y en la Barra de Santiago (Aquino, 1982).

En virtud de lo anterior y considerando que la especie constituye el recurso natural más importante del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), del que dependen 127 usuarios locales de 88 familias (Rivera, 2008, 2009), se desarrolló este estudio con el propósito fundamental de conocer la ecología alimentaria de *U. occidentalis* por medio de un análisis de sus preferencias alimentarias y rangos de consumo estomacal.

MÉTODOS

Recolecta de especímenes

Los especímenes fueron recolectados mensualmente por usuarios locales de abril a diciembre de 2009, por medio de trampas artesanales en nueve (9) estaciones fijas de muestreo de 400 m^2 de área cada una, situadas en El Ajalín, El Brujo, La Conquista, El Varal, El Lodo, El Cebollal, El Dorado, El Horno y Las Trompetas (**Figura 1**). El área mensual de barrido fue de 3 600 m^2, hasta completar 32 400 m^2 en todo el estudio.

Procedimiento de Laboratorio

A los especímenes colectados se les midió el ancho, largo y gosor del cefalotórax con un vernier de 0.01mm de precisión. El peso fue registrado con una balanza de 0.1 g de precisión. Los estómagos fueron extraídos de los organismos con pinzas y tijeras de disección, fue medida su anchura en la misma orientación del ancho del cefalotórax, se pesaron y posteriormente se preservaron en una solución de

formaldehido al 5% y teñido con rosa de bengala.

El contenido estomacal fue examinado usando un esteroscopio Digital Compound para determinar las diferentes categorías alimentarias hasta el nivel taxonómico más bajo posible. El contenido estomacal compuesto de material vegetal indeterminado y detritus fue catalogado como no determinado. Adicionalmente, se estimaron las categorías arbitrarias del estado de llenura como: E0 (vacio), E1 (1-25%), E2 (26-50%), E3 (51-75%), E4 76-100%) (Dahdouh-Guebas *et al.* 1997).

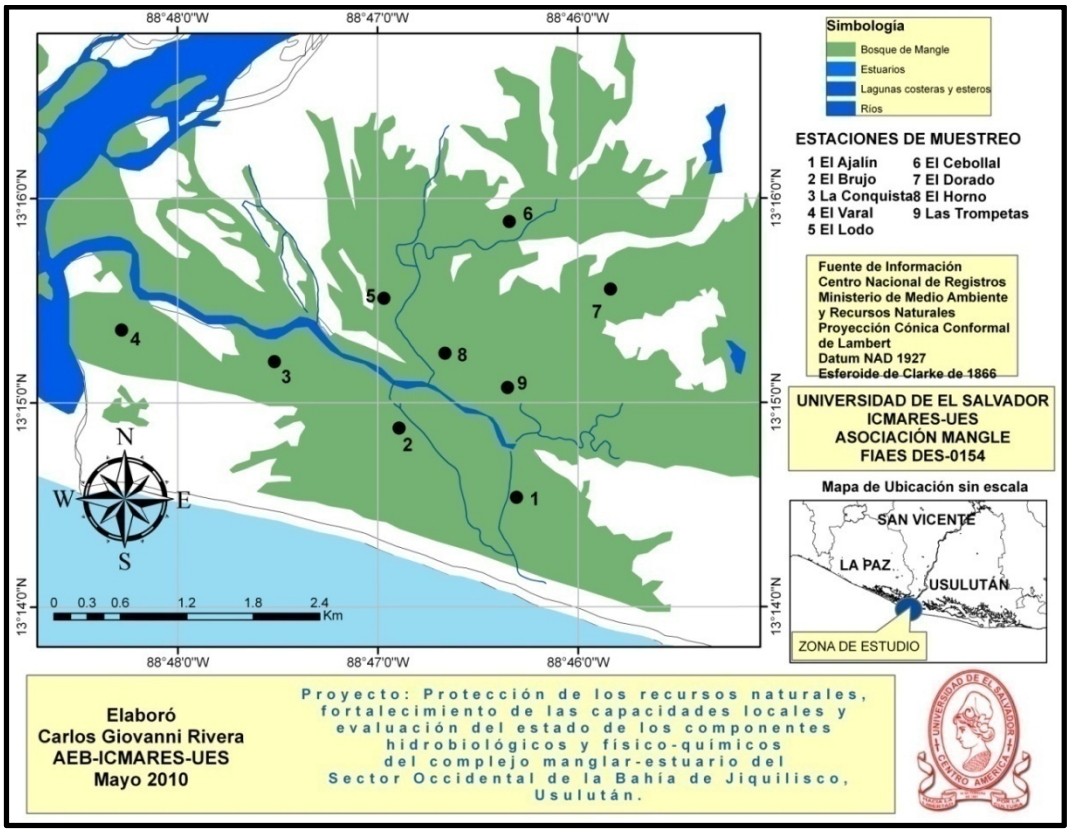


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.
Figure 1. Location map of sampling station.

Análisis de datos

Se elaboraron los gráficos de frecuencias de hábitos alimentarios por estación y mes de muestreo. Se aplicó un análisis de varianza por rangos de Kruskal-Walis (K-W) para estimar diferencias significativas entre las preferencias alimentarias y las estaciones y meses de muestreo. Se siguieron los procedimientos propuestos por Ferran (2001) y se asumieron a un nivel de significación

α 0.05. Los análisis estadísticos fueron realizados en el progama Statistical Package for The Social Sciences (SPSS) 13.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadística descriptiva

Se analizaron 168 ejemplares, 88 machos (52%) y 80 hembras (48%) de *U. occidentalis*, con ancho de caparazón entre 36.20 y 82.60 mm (prom. 65.57 ± 8.53 mm) y peso promedio de 105.7 g (± 37.68). La anchura del estómago osciló entre 13.00 y 29.06 mm (prom. 21.80 ± 5.95 mm), mientras que su peso fue de 3.20 g (± 1.42 g) en promedio. El contenido estomacal presentó un peso promedio de 0.93 g (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descriptivos de variables de *U. occidentalis* en el SOBJ.
Table. 1 Descriptive statistic of *U. occidentalis* en el SOBJ.

Estadísticos	Ancho (mm)	Largo (mm)	Gosor (mm)	Peso (g)	Ancho estómago (mm)	Peso estómago (g)	Peso contenido estomacal (g)
Media	62.57	46.14	37.60	105.17	21.80	3.20	0.93
Mediana	64.42	46.26	37.48	105.65	22.96	2.95	0.80
Moda	47.20	52.00	30.42	46.80	23.76	1.80	0.80
Desvi. típ.	8.53	5.64	4.68	37.68	5.95	1.42	0.61
Mínimo	36.20	31.79	25.30	26.20	13.00	1.00	0.10
Máximo	82.60	61.00	64.52	240.70	29.06	8.30	3.10

Preferencias alimentarias

El material no determinado constituyó más de la mitad del contenido estomacal en El Brujo, El Lodo, La Conquista y El Brujo, mientras que en El Horno, El Dorado, El Varal y El Ajalín esta categoría estuvo en proporciones cercanas al 40%. El material vegetal fue la segunda categoría alimentaria identificada en todas la estaciones de muestreo, principalmente gacias a los aportes de hojas de *R. racemosa* (**Figura 2**). En abril y julio, el contenido estomacal de los organismos fue mayoritariamente material no determinado. Con la excepción de julio, diciembre y abril, en el resto de meses de muestreo, se observó más del 40% de material vegetal en el contenido estomacal. En el mismo esquema de los resultados espaciales, en los meses de muestreo, el ítem alimentario principal de *U. occidentalis* fueron hojas de *R. racemosa* (**Figura 3**). Ambas

categorías, material vegetal y no determinado mostraron diferencias significativas entre las estaciones y meses de muestreo (K-W, $p < 0.05$).

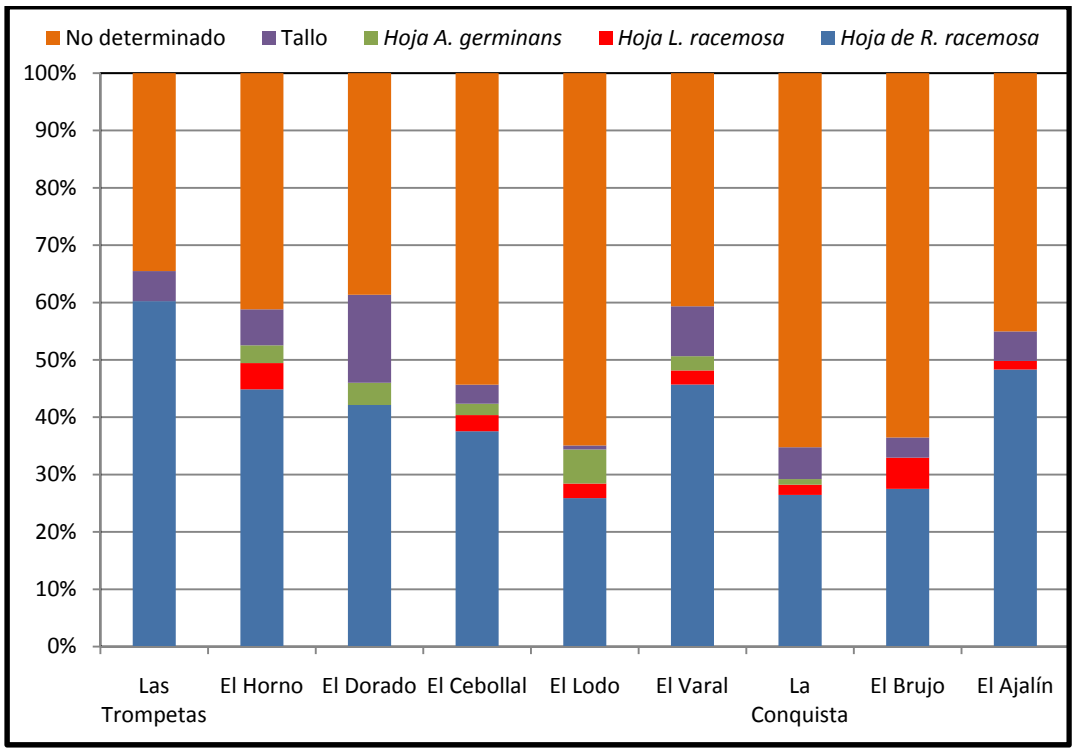


Figura 2. Ítems alimentarios de *U. occidentalis* por estaciones de muestreo en el SOBJ.
Figure 2. Food ítems of *U. occidentalis* per sampling stations in the SOBJ.

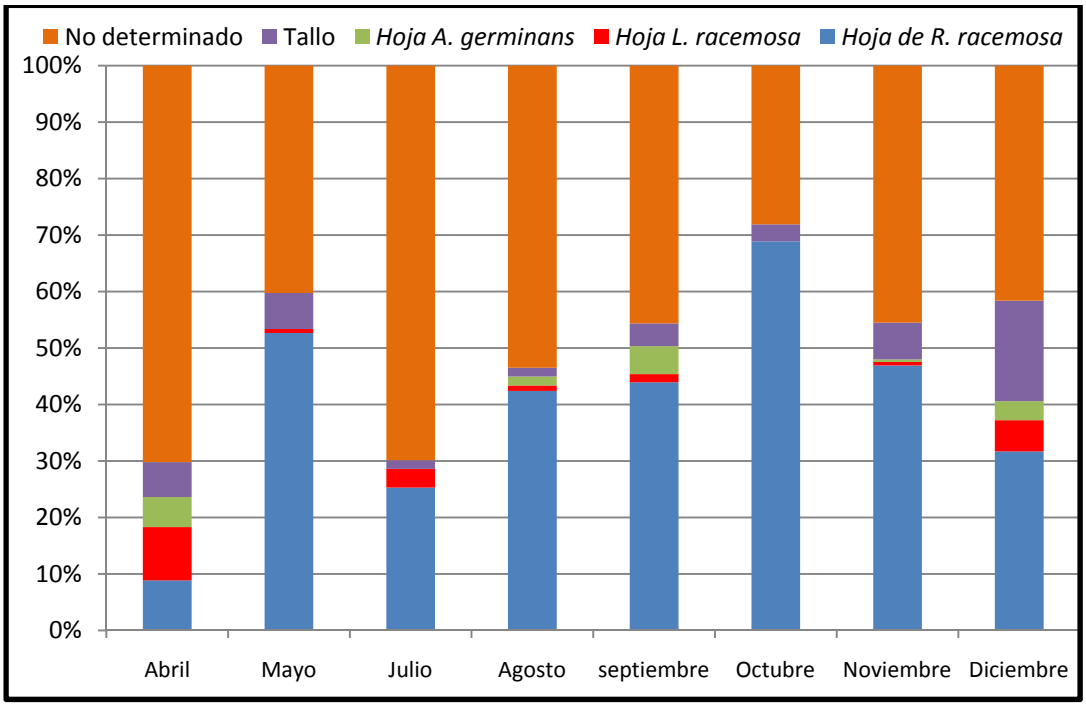


Figura 3. Ítems alimentarios de *U. occidentalis* por meses de muestreo en el SOBJ.
Figure 3. Food ítems of *U. occidentalis* per sampling months in the SOBJ.

Según los hallazgos de este estudio, la dieta alimentaria de *U. occidentalis* es básicamente material vegetal, principalmente hojas de mangle. Esto ha sido confirmado también para sesármidos (Emmerson & Mc Gwynne, 1992, Brogim & Lana, 1997, Dahdouh-Guebas *et al.* 1997, Dahdouh-Guebas *et al.* 1999) y para *U. cordatus* (Branco, 1993, Nordhaus, 2003, Nordhaus & wolff, 2007). Asimismo, se ha determinado que pese a que las concentraciones de taninos son mayores en *Rhizophora* que en otras especies de manglar (Micheli, 1993), su asimilación es mucho mejor, lo que podría tener repercusiones importantes en la preferencia de este tipo de alimento. Por otro lado, se observaron restos alimentarios de origen animal en insignificantes proporciones, especialmente de anélidos y pequeños crustáceos, probablemente consumidos incidentalmente en la ingesta de sedimentos.

A diferencia de los hallazgos en *U. cordatus* en el litoral Brasileño (Nordhaus, 2003), que indican una predominancia de hojas de mangle (61.2%) y de material no identificado (28%), en el SOBJ, tanto a nivel espacial como temporal, la principal categoría alimentaria fue el material no determinado (50%), seguido del material vegetal (41%), constituido principalmente de hojas de *R. racemosa* (84%). Tales contrastes podrían estar relacionados con diferencias relativas a las tasas metabólicas de consumo intrínsecas de cada especie y a la disponibilidad de alimento a nivel local.

Estado de llenura

En general, el 95% de los estómagos examinados contenía algún tipo de alimento en proceso de digestión. De ellos, aquellos completamente llenos fueron los más predominantes (prom. 38%), seguido de las llenuras E1 (prom. 24%) y E2 (prom. 17%), no obstante, no se determinaron diferencias significativas a nivel espacial (K-W, $p > 0.05$). Prácticamente la mitad de los organismos examinados (~ 54%) tenían contenido estomacal a un nivel superior al 50%. Estos hallazgos sugieren que la mayoría de organismos de la población de *U. occidentalis* estaría siendo alimentado por la productividad de la cobertura

vegetal disponible. Por otro lado, destaca el hecho que organismos con estómagos vacíos, encontrados en algunas estaciones y meses de muestreo, estarían indicando una disponibilidad limitada o insuficiente de alimento para algunos organismos. Las causas que subyacen a estas limitaciones, podrían ser originadas por fragmentación de las poblaciones a causa de la presión pesquera, la disminución de la cobertura vegetal en algunos sectores del SOBJ y a la conducta alimentaria de la especie.

A nivel espacial, en El Dorado y El Cebollal la mayor cantidad de estómagos se encontraron en llenura total (~ 60%). En La Conquista se observó proporciones equivalentes de estómagos en las llenuras E1, E3 y E4. Los estómagos vacíos se observaron en bajas proporciones únicamente Las Trompetas, El Varal, El Brujo y El Ajalín (**Figura 4**).

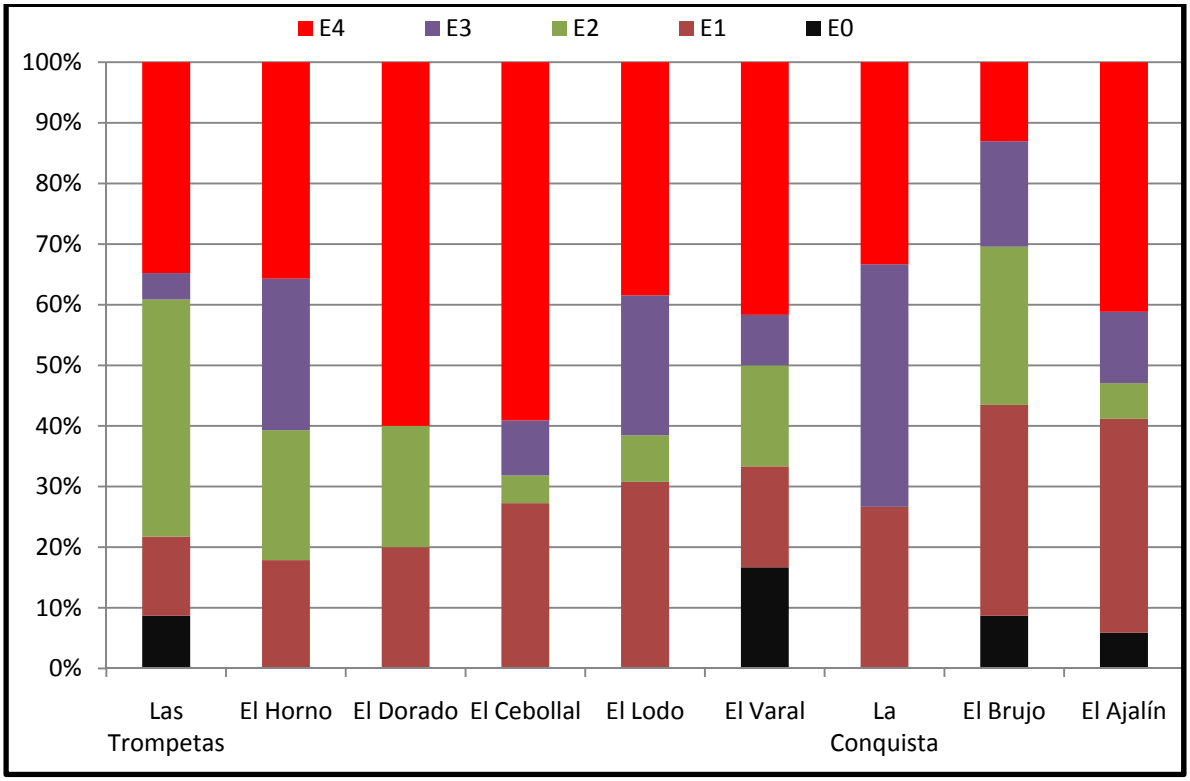


Figura 4. Índice de Llenura de *U. occidentalis* por estaciones de muestreo en el SOBJ.
Figure 4. Fullnes index of *U. occidentalis* per sampling stations in the SOBJ.

Se presentó una tendencia de incremento de las proporciones de estómagos llenos desde abril hasta octubre, disminuyendo paulatinamente en noviembre y diciembre, encontrándose diferencias

significativas en los resultados temporales (K-W, $p < 0.05$). En los meses de máxima llenura (Septiembre y Octubre) no se observaron estómagos vacíos (**Figura 5**).

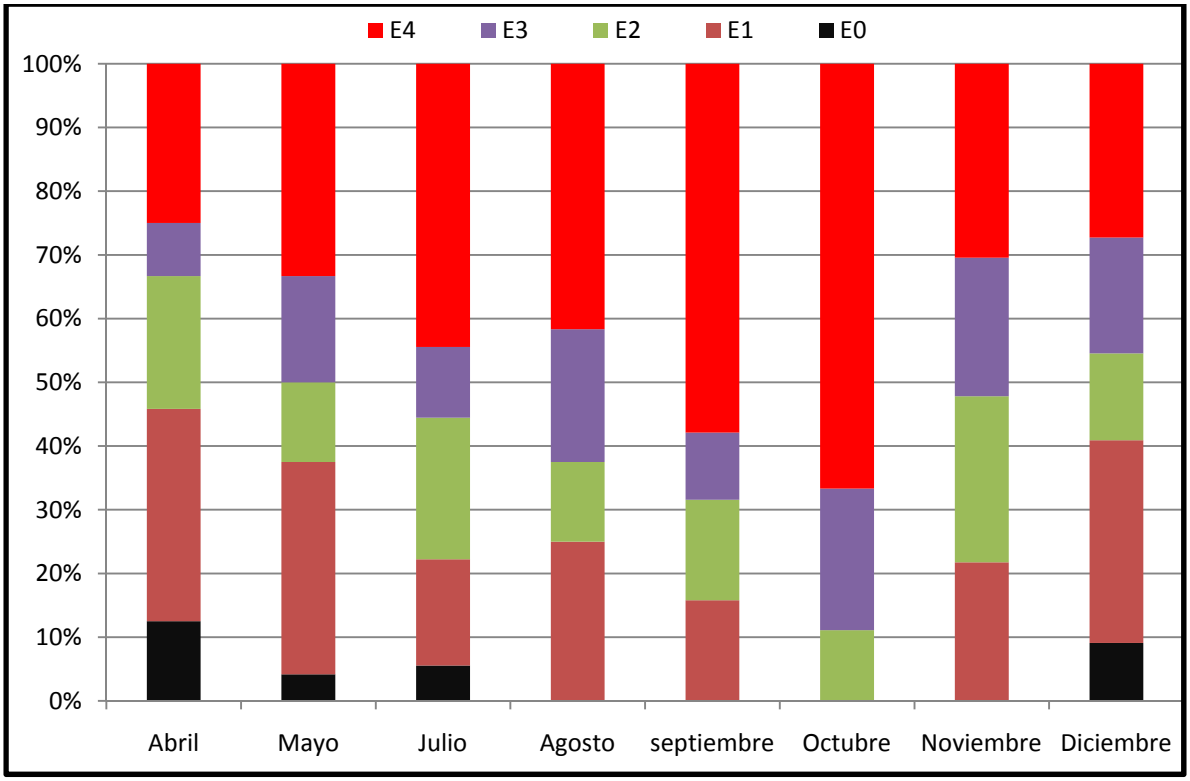


Figura 5. Índice de Llenura de *U. occidentalis* por meses de muestreo en el SOBJ.
Figure 5. Fullnes index of *U. occidentalis* per sampling months in the SOBJ.

Considerando que la categoría más prominente del contenido estomacal fue hojas de *R. racemosa* y estimando un 30% de ese mismo ítem en el contenido no determinado, se estima que la población de *U. occidentalis* en el SOBJ podría estar consumiendo aproximadamente un 22% de la biomasa vegetal disponible en el ecosistema (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estimación anual de consumo ($ha^{-1}.año^{-1}$) de *U. occidentalis* en el SOBJ.
Table 2. Estimated anual consumption ($ha^{-1}.año^{-1}$) of *U. occidentalis* in SOBJ.

Estimación	Consumo anual $kg.ha^{-1}.año^{-1}$	Consumo anual $Ton.ha^{-1}.año^{-1}$	Proporción de la biomasa vegetal disponible[a]
1.95 g/día	2 517 347	2.52	22%

a Estimación con base en Capítulo 1.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El material no determinado (detritus y sedimentos), fue la categoría más predominante en los estómagos examinados de *U. occidentalis* en el SOBJ. No obstante, al igual que otras especies de cangrejos de manglar, la dieta alimentaria de la especie, tanto a nivel espacial como temporal, se compone básicamente de material vegetal, esencialmente de hojas de *R. racemosa.*

Cabe destacar los importantes aportes de *U. occidentalis* en el flujo de nutrientes y energía en el ecosistema de manglar del SOBJ, que procesa y traslada a otros eslabones de las redes tróficas aproximadamente un quinto de la productividad del bosque de manglar, que estaría siendo consumida por la mayoría de los especímenes (95%) de *U. occidentalis*, únicamente la mitad de ellos, presentarían llenuras estomacales superiores al 50%, lo que indica que una importante proporción de organismos con disponibilidad limitada o insuficiente de alimento, lo que disminuiría su crecimiento.

Por ello, se recomienda fortalecer programas de protección o restauración del bosque de manglar, teniendo en cuenta que mantener la integridad de la cobertura vegetal, garantizaría mantener y, eventualmente, incrementar las poblaciones de *U. occidentalis* en el SOBJ.

AGRADECIMIENTOS

Los organismos fueron recolectados gracias a la destacada labor de Carlos Barahona, Manuel González, Gonzalo Reyes, Douglas Chica, Dimas Molina, Lisandro Hernández, Cornelio Rubio, Adán Velásquez y Gilberto Lobo. El manuscrito fue enriquecido notablemente por los valiosos aportes, comentarios y sugerencias de Enrique Barraza Sandoval.

REFERENCIAS

- Aquino, M. 1982. Hábitat y alimentación de cangrejos en la Barra de Santiago. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. Tesis de Licenciatura. 116 pp.
- Branco, J. 1993. Aspectos bioecológicos do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda) do manguezal do Itacorubi, Santa Catarina, Brazil. Arquivos de biologia e tecnologia 36(1): 133-148.

- Brogim, R. A., and P. C. Lana. 1997. Espectro alimentar de *Aratus pisonii*, *Chasmagnathus ganulata* e *Sesarma rectum* (Decapoda, Gapsidae) em um manguezal da Baia de Paranaguá, Paraná. Iheringia, Ser. Zool. 83: 35-43.
- Camilleri, J. C. 1989. Leaf choice by crustaceans in a mangove forest in Queensland. Mar. Biol. 102: 453-459.
- Camilleri, J. C. 1992. Leaf-litter processing by invertebrates in a mangove forest in Queensland. Mar. Biol. 114: 139-145.
- Dahdouh-Guebas, F., Verneirt, M., Tack, J. & N. Koedam. 1997. Food preferences of *Neosarmatium meinerti* de Man (Decapoda: Sesarminae) and its possible effect on the regeneration of mangoves. Hydrobiologia 347: 83-89.
- Emmerson, W. & L. Mc Gwynne. 1992. Feeding and assimilation of mangove leaves by the crab *Sesarma meinerti* de Man in relation to leaf-litter production in
- Mgazana, a warm-temperate southern African mangove swamp. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 157: 41-53.
- Ferran, A. 2001.SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGaw Hill. España. 480 pp.
- Koch, Volker, and Matthias Wolff. 2002. Energy budget and ecological role of mangove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. Mar. Ecol. Prog. Ser. 228: 119-130.
- Lee, Y. 1998. Ecological role of gapsid crabs in mangove ecosystems: a review. Mar. Freshwater. Res. 49: 335-343.
- Micheli, Fiorenza. 1993. Feeding ecology of mangove crabs in North Eastern Australia: mangove litter consumption by *Sesarma messa* and *Sesarma smithii*. J. Exp. Mar. Biol. and Ecol. 171: 165-186.
- Nordhaus I (2004) Feeding ecology of the semi-terrestrial crab *Ucides cordatus cordatus* (Decapoda: Brachyura) in a mangove forest in northern Brazil. ZMT Bremen University, Germany. Tesis Doctoral. 200 pp.
- Nordhaus, I. & M. Wolff. 2007. Feeding ecology of the mangove crab Ucides cordatus (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. Mar. Biol. 151: 1665–1681.
- Pocasange, O. & C. Ganados. 1995. Distribución y abundancia relativa de *Ucides occidentalis* y *Cardissoma crassum* en laBahía de Jiquilisco, Usulután. P. 267-276. In: Zamarro, J. (Ed.). Actas del Simposium Ecosistemas de Manglar en el

PacíficoCentroamericano y sus Recursos de Postlarvas de Camarones Peneidos. PRADEPESCA. 436 pp.

- Robertson, A. & P. Daniel. 1989. The influence of crabs on litter processing in high intertidal mangove forests in tropical Australia. Oecologia 78: 191-198.
- Rivera, C. G. 2008. Contribución al manejo sostenible de la pesca artesanal del "punche" (*Ucides occidentalis*) de los manglares del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. P. 33-47.*In:* Rivera, C. G. *et al.* (Eds.) 2008. Estructura y composición del complejo Manglar-estuario del sector occidental de la Bahía de Jiquilisco. Informe final Objetivo 3. Proyecto Construcción de letrinas aboneras y mantenimiento de plantación forestal en Comunidad Las Mesitas, y estudio de calidad de sitio del complejo manglar-estuario de la Bahía Occidental, Jiquilisco, Usulután. Proyecto Mangle/FIAES/UES-ICMARES. San Salvador, El Salvador. 71 pp.
- Rivera, C. G. 2009. Diagnóstico socio-económico de ocho Comunidades del Sector Occidental de la Bahía de Jiqulisco, Departamento de Usulután. Proyecto Académico Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador-Asociación Local Mangle para la Mitigación de desastres y el Desarrollo del Bajo Lempa y Bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador. 59 pp.
- Wolff, M., V. Koch & V. Isaac. 2000. A trophic flow model of the Caeté mangove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. Est. Coast. Shelf. Sci. 50: 1-15.

RECUADRO 7

Pocas especies son tan evidentes y representativas en el bosque de manglar como los “punches”. Aparte que contribuyen con el flujo de energía del ecosistema de manglar – aproximadamente con el 20% de ella, soportan la extracción por puncheros de más de 100 familias del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ).

Los “punches” del SOBJ se alimentan generalmente de hojas del mangle rojo espigado (*Rhizophora racemosa*) y casi todos ellos tienen algún alimento en sus estómagos. La degradación – como la tala del bosque para cultivos agrícolas o la presión del ganado – y la extracción excesiva en algunos sectores, son factores que han contribuido a que algunos “punches” tengan dificultades para comer, lo que limita que haya más cantidad de la especie. Para superar esto, es necesario tomar conciencia de la fuerte relación manglar-“punches” y emprender medidas planificadas de conservación y restauración del bosque manglar en el SOBJ.

CAPITULO VIII
CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA

TOMASA DEL CARMEN CUÉLLAR [1], CARLOS GIOVANNI RIVERA[1] & NÉSTOR ORELLANA[2]
1. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES). 2. Escuela de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador (UES). Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
t.cuellarmartínez@yahoo.es, carlos.rivera@ues.edu.sv & nestororellana@yahoo.com

RESUMEN

Se determinó la temperatura superficial del agua, el pH, la salinidad y el oxígeno disuelto en siete estaciones fijas de muestreo del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), parámetros medidos entre los meses de marzo del año 2009 y marzo de año 2010. Así mismo, en julio del año 2009 se realizó la medición de la cantidad de materia orgánica y la granulometría de los sedimentos de las estaciones de muestreo y además, se determinó la concentración de clorofila "a" en las muestras de agua tomadas en el mes de marzo de 2010. Por otra parte, se presentan los resultados de las variables meteorológicas temperatura ambiental, régimen pluviométrico, humedad relativa, así como el caudal del río Lempa para el año 2009 (datos provenientes de la estación meteorológica del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)). Los resultados de la medición de salinidad reflejan que los menores valores se encontraron en la época lluviosa, el rango promedio mensual está comprendido entre 4.14 unidades prácticas de salinidad (ups) y 21.00 ups. En las estaciones de la Tirana y el Ajalin se registraron condiciones anóxicas con 1.53 mg/L y 1.11 mg/L respectivamente. El pH presentó valores comprendidos entre 6.95 a 7.71 y su menor valor se registró en abril (6.95). Se encontraron diferencias significativas de los resultados de la medición de salinidad en los meses muestreados (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$), del oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo (ANOVA, $p < 0.05$), así como del pH, entre los meses medidos y estaciones de muestreo (ANOVA, $p < 0.05$). La concentración más baja de clorofila "a" se encontró en la Tirana (0.95 mg/m^3). La época lluviosa inició en mayo (164 mm de lluvia) lo que produjo el aumento de caudal del río Lempa y de humedad relativa. Los sedimentos están constituidos principalmente por partículas de textura arenosa y la mayor cantidad de materia orgánica se encontró en el Brujo (17.08%).

ABSTRACT

The surface water temperature, pH, salinity and dissolved oxygen were determined in seven fixed sampling stations, in the Western Sector Jiquilisco Bay (SOBJ) during march/2009 to march/2010. Also in July 2009 samples were taken and analyzed to measure the amount of organic matter in sediments and particle size. The concentration of chlorophyll a in march/2010 was estimated. Data for meteorological variables, air temperature, precipitation, relative humidity and the flow for Lempa for 2009 were collected from the meteorological station of the Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). The lowest salinities were found during the rainy season with an average monthly range between 4.14 practical salinity units (psu) and 21.00 psu. In La Tirana and El Ajalin anoxic conditions were recorded with 1.53 mg/l and 1.11 mg/l respectively. The pH was found to be in an average month range between 6.95 and 7.71, the lowest value was recorded in April (6.95). Statistically significant differences were found salinity and months sampled (Kruskal-Wallis, $p < 0.05$), between dissolved oxygen and the sampling stations (ANOVA, $p < 0.05$) and between pH and the months and sampling stations (ANOVA, $p < 0.05$). La Tirana presented the lowest concentration of chlorophyll a (0.95 mg/m3). The start of the rainy season in

May (164 mm) coincided with and increased in flow of the Lempa river and relative humidity. The sediments consist mainly of sandy soil particles and the highest amount of organic matter was found in El Brujo (17.08%).

Palabras Clave: Variables ambientales, sedimentos, estuario, Ecosistema de Manglar, río Lempa.

Key words: Environmental variables, sediments, stuary, Mangrove Ecosystem, Lempa River.

INTRODUCCIÓN

Un estuario es un cuerpo semi-cerrado de agua costero que se extiende hasta el límite efectivo de la influencia de mareas, dentro del cual el agua de mar que ingresa por una o más conexiones libres con el mar abierto o cualquier otro cuerpo costero de agua salada, es significativamente diluida por agua dulce derivada del drenaje terrestre, y puede sustentar especies biológicas eurihalinas durante una parte o la totalidad de su ciclo de vida (Perillo, 1995).

Los estuarios son los principales proveedores de nutrientes para la región costera, ya que reciben y concentran el material originado en su drenaje, también reciben aportes significativos por acción antropogénica. Este aporte de nutrientes ubica a los estuarios entre los ecosistemas más productivos del mundo (Braga *et al.* 2000, Pereira Filho *et al.* 2003).

Estos ambientes costeros son altamente interesantes desde el punto de vista científico, debido a la complejidad de factores hidrográficos, oceanográficos, geomorfológicos, químicos y biológicos que interactúan entre sí, generando una dinámica interna asociada a cambios morfológicos y evolutivos propios (Reyes & Cortez, 2008). La interacción de diversos factores los hace únicos y por lo general no son sistemas comparables, siendo difícil determinar si se está observando un principio general o un detalle único de ellos (Picolo & Perillo, 1997).

El Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ), es un estuario sumamente complejo, en el que de igual forma interactúan diversos factores que determinan su dinámica. El presente estudio se realizó con el fin de caracterizar algunos de estos

factores físicos, químicos y meteorológicos, para contribuir a la comprensión del funcionamiento de este ecosistema.

MÉTODOS

La medición de los parámetros físico-químicos de la columna de agua se llevó a cabo en siete estaciones fijas de muestreo: La Bocana, Montecristo, El Varal, La Conquista, El Brujo, El Ajalín y La Tirana (**Figura 1**). La temperatura del agua (°C), el pH y el oxígeno disuelto (mg/l) se midieron *in situ* con un sensor YSI modelo 85. La determinación de la salinidad (unidades prácticas de salinidad, ups) se llevó a cabo con muestras de agua superficial, utilizando un refractómetro óptico ATAGO; estas mediciones se hicieron mensualmente desde marzo de 2009 hasta marzo de 2010. Asimismo, en julio de 2009, se colectaron muestras de sedimentos para determinar la granulometría y cantidad de materia orgánica.

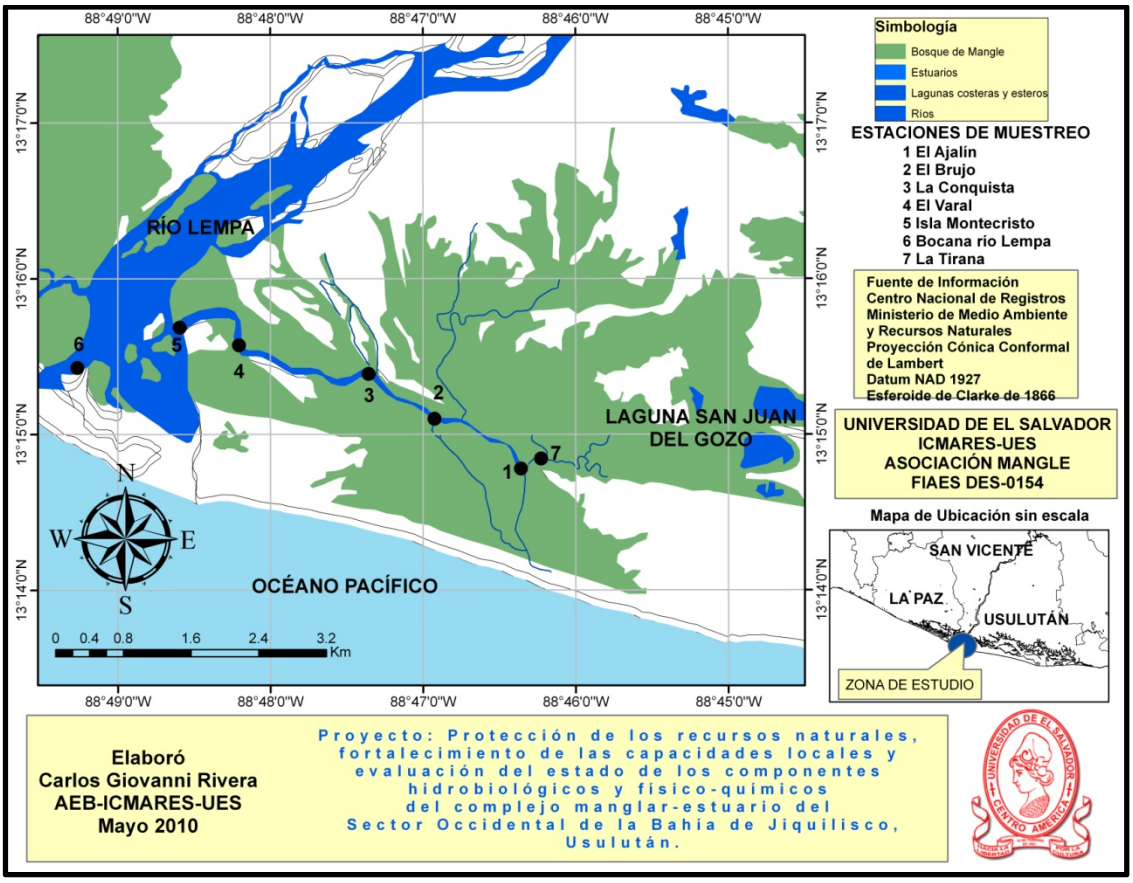


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones de muestreo.
Figure 1. Location map of sampling stations.

En las estaciones de muestreo, durante los meses de enero, febrero y marzo de 2010, se colectó un litro de agua estuarina, que fue depositada en frascos color ámbar y transportada, manteniendo la cadena fría, al laboratorio de Análisis Instrumental de la Escuela de Química, con el fin de realizar las estimaciones de clorofila "a".

Las mediciones de caudal del río Lempa y las condiciones meteorológicas (temperatura ambiental, régimen pluviométrico y humedad relativa) del año 2009 fueron proporcionadas por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Algunas bases de datos fueron complementadas con las mediciones registradas por la Estación Meteorológica Portátil Rainwise ubicada en la Isla Montecristo.

Procedimientos de laboratorio

Clorofila

Para la determinación de clorofila "a", se utilizó un espectrofotómetro Shimadzu uv-1700 uv-visible, empleando el método 446.0 de la Agencia de Protección Ambiental (U.S. EPA, United States Environmental Public Agency, 1997), el cual fue modificado para adaptarlo a las condiciones de este estudio. Las muestras fueron utilizadas, tanto para la validación de la metodología en el laboratorio, así como, para la cuantificación de este parámetro, por lo que en los resultados se presentan los promedios obtenidos.

Sedimentos

El contenido de materia orgánica del sedimento se estimó utilizando el método de la pérdida de peso por ignición, para lo cual, una muestra de 10 g de los sedimentos se secaron a 105 ºC, se homogenizaron para evitar agregaciones y se calcinaron a 560 °C durante 6 horas. La diferencia entre peso seco y calcinado se consideró como el índice del contenido en materia orgánica del sedimento (Dean, 1974).

Para el análisis granulométrico, se eliminó la humedad de las muestras en un horno a 90 °C durante 24 horas. Posteriormente, 50 g de muestra se tamizó utilizando un juego de tamices de: 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 y 0.063 mm. Para cada estación de muestreo se calculó el porcentaje de fracción sedimentaria

de fango, arena y grava (Carranza, 1997).

Análisis de los datos

Se aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas, utilizando el estadístico de Levene, a los valores de la temperatura ambiental y del agua, régimen pluviométrico, caudal del río Lempa, humedad relativa, salinidad, oxígeno disuelto y pH. Para aquellos resultados que se distribuían normalmente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba post hoc de Tukey HSD (Diferencias Honestamente Significativas). En el caso de las variables que no superaron la prueba de normalidad, se calculó un análisis de varianza por rangos de Kruskall Wallis. Las variables fueron comparadas entre los meses y estaciones de muestreo. El nivel de significancia asumida para estas pruebas fue de α 0.05 (Ferran, 2001). Los análisis se realizaron con el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences 13 (SPSS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Salinidad

Se encontraron diferencias significativas en los resultados obtenidos para la salinidad entre los meses de muestreo (Kruskall Wallis, $p < 0.05$). Las mediciones más bajas se obtuvieron en la época lluviosa, registrándose el menor promedio (4.14 ups) en julio (**Figura 2**). La baja salinidad se debe a un efecto de dilución provocado por el aumento en el régimen pluviométrico y por lo tanto un aumento de los aportes de agua dulce del caudal del río Lempa. Esto se ha evidenciado en otros estuarios tropicales durante la temporada de lluvias (Silva & Acuña-Gonzáles, 2006, Acuña *et al.* 1998).

Entre las estaciones de muestreo, no se encontraron diferencias significativas en los resultados de la medición de salinidad (ANOVA, $p > 0.05$). Sin embargo, durante la época lluviosa se observó un gradiente horizontal, con los valores más bajos en La Bocana (2.7 ups) y los más altos en la parte final del canal El Izcanal en las estaciones el Ajalín y La Tirana, con valores de 11.4 ups y 14.0 ups, respectivamente (**Figura 3**). En noviembre, que es el mes transicional entre la época lluviosa y la seca, también se observó este gradiente de salinidad.

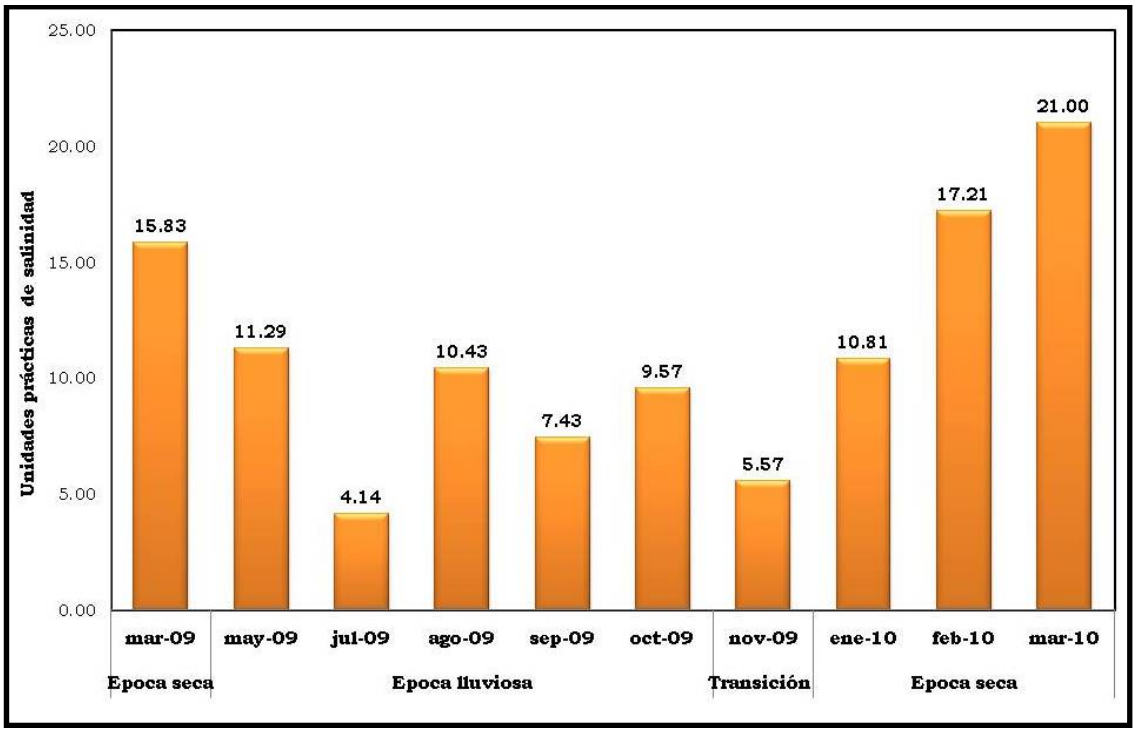


Figura 2. Salinidad promedio mensual en el SOBJ. Marzo/2009 - marzo/2010.
Figure 2. Months salinity averages in the SOBJ. March/2009-March/2010.

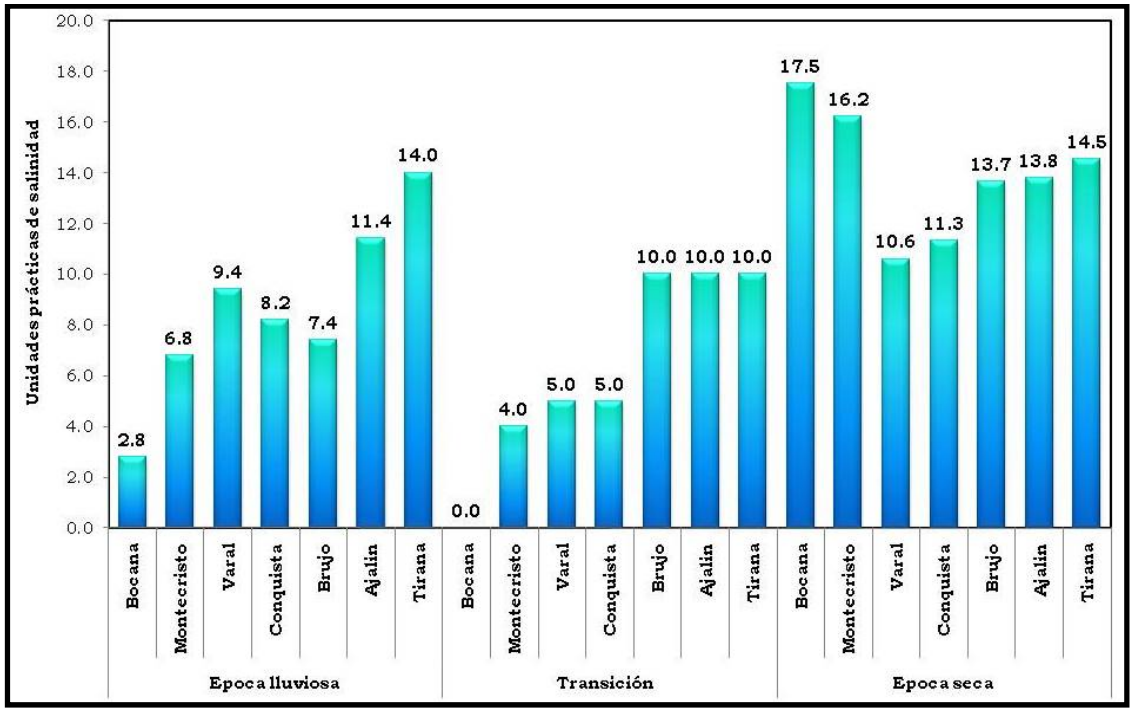


Figura 3. Variabilidad estacional de la salinidad promedio en los sitios de muestreo en el SOBJ. Mar/2009-Mar/2010.
Figure 3. Seasonal variability of average salinity in the sampling sites in the SOBJ. Mar/2009-Mar/2010.

En contraste, durante la época seca la salinidad más elevada se observó en las estaciones de La Bocana y Montecristo, con 17.5 ups y 16.2 ups respectivamente. En el Varal se encontró la salinidad más baja (10.6 ups) y en las estaciones de El Ajalin y La Tirana los resultados obtenidos fueron de 13.8 y 14.5 ups, respectivamente.

La variabilidad estacional de la salinidad, especialmente en la Bocana, puede ser atribuida a su ubicación geográfica, ya que durante la época lluviosa es la estación que más aporte de agua dulce recibe por parte del río Lempa, a diferencia de las estaciones finales del canal El Izcanal, que son sitios más protegidos. Durante la época seca, cuando disminuye el aporte de agua dulce, penetra mayor cantidad de agua salada a la Bocana y a Montecristo.

Temperatura

El promedio de la temperatura superficial del agua entre los meses de marzo y noviembre de 2009 fue de 29.4 ºC, con valores mínimo y máximo de 27.8 ºC en julio a 31.1 ºC en mayo, respectivamente. En el año 2010, entre los meses de enero y marzo el promedio fue de 28.9 ºC fluctuando entre 27.8 ºC en enero a 29.9 ºC en marzo (**Figura 4**).

Mientras que, el promedio de la temperatura ambiental durante el año 2009 fue de 26.7 ºC, oscilando entre 25.5 ºC y 28.3 ºC en diciembre y abril respectivamente.

Es evidente que la temperatura del agua superó la temperatura ambiental, sin embargo es importante destacar que mientras la primera fue medida *in situ*, la temperatura ambiental proviene de la estación meteorológica del Servicio Nacional de Estudios Territoriales, ubicada aproximadamente a 40 km del sitio estudiado.

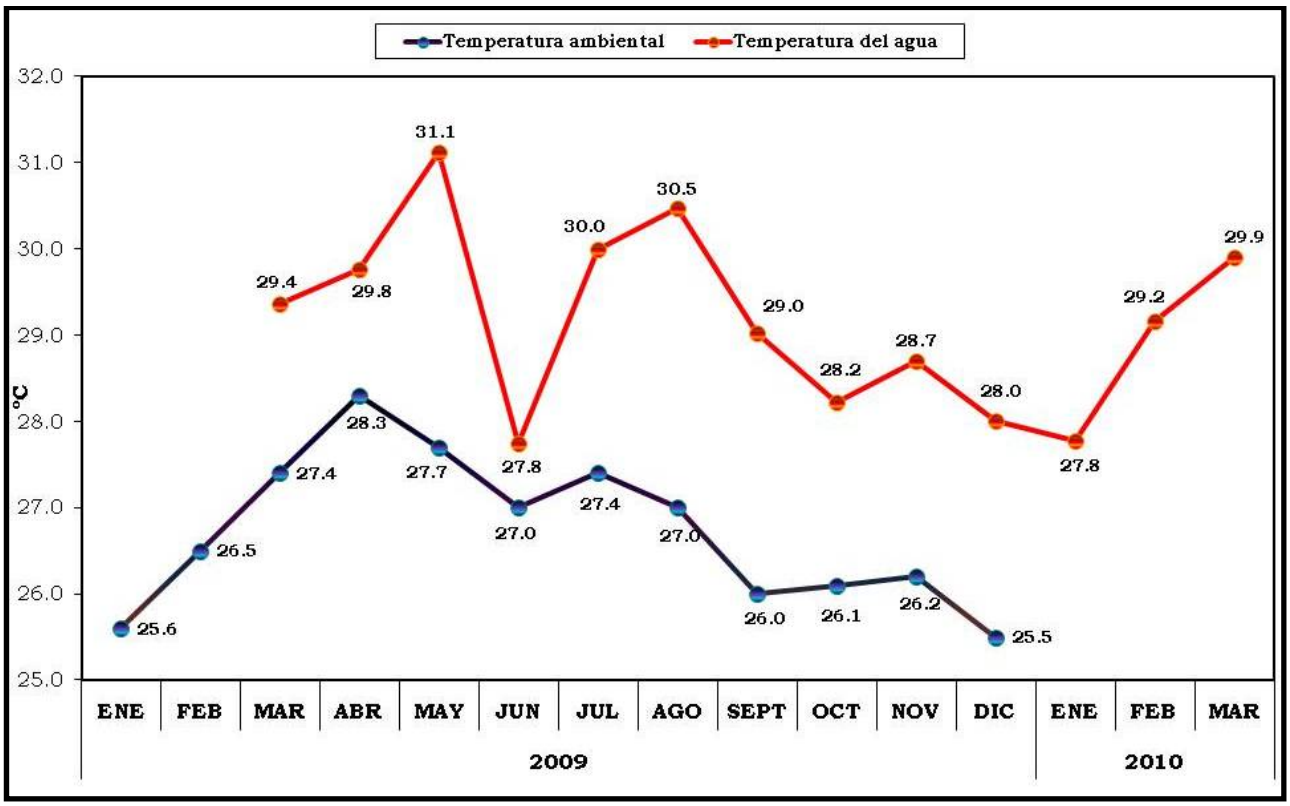


Figura 4. Variabilidad mensual de la temperatura ambiental (enero-diciembre/2009) y superficial del agua (marzo/2009-marzo/2010).
Figure 4. Month variation of the temperature (enero-diciembre/2009) and surface water (march/2009-march/2010).

Oxígeno disuelto (OD)

En promedio, el OD osciló entre 1.71 mg/L en septiembre a 3.86 mg/L en julio (**Figura 5**), sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre los meses estudiados (ANOVA, $p > 0.05$). Por otro lado, cuando se comparan los resultados de la medición de OD en las estaciones de muestreo, si existen diferencias significativas (ANOVA, $p < 0.05$) entre ellas. La estación con mayor OD fue La Bocana (5.45 mg/L) y los menores valores fueron registrados para las estaciones ubicadas en la parte final del Izcanal (**Figura 6**). Condiciones anóxicas($\leq$ 2 mg/L de OD), es decir, bajas concentraciones de oxígeno disuelto(Bianchi, 2007), fueron detectadas en el Ajalin y La Tirana, probablemente debido a la topografía de estos sitios que son más protegidos de la acción de las mareas y el flujo del río; asimismo, en estas zonas se encuentran restos vegetales y árboles caídos, por lo que los procesos de descomposición podrían estar agotando el oxígeno del agua.

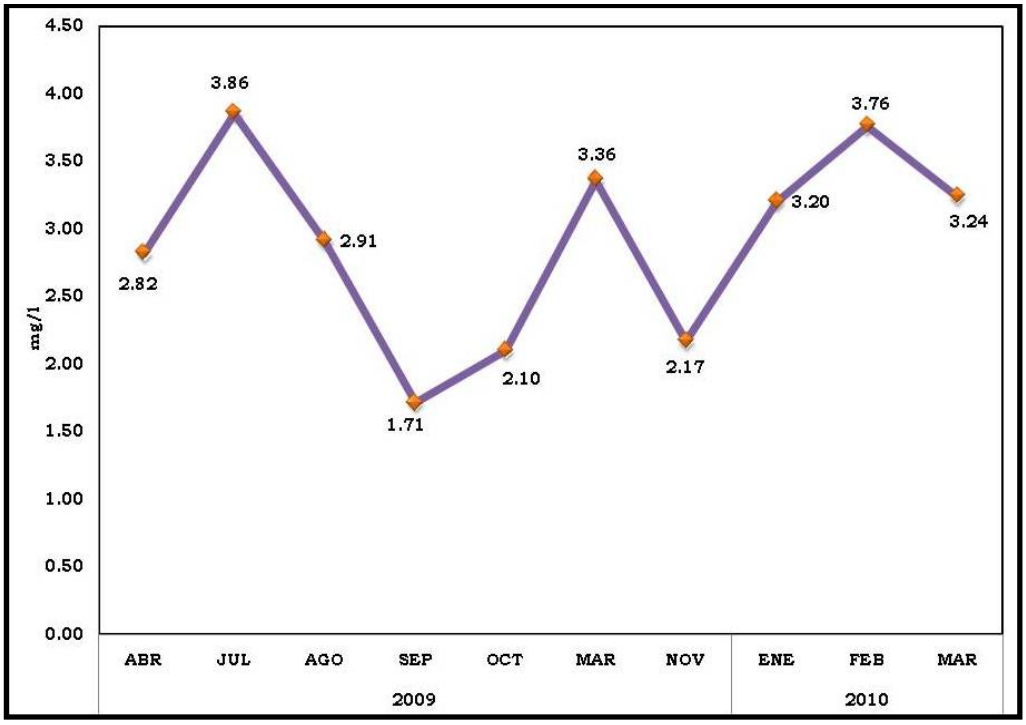


Figura 5. Promedio mensual del oxígeno disuelto (mg/L) en el SOBJ. Marzo/2009 marzo/2010.
Figure 5. Average monthly dissolved oxygen (mg/L) in the SOBJ March/2009-march/2010.

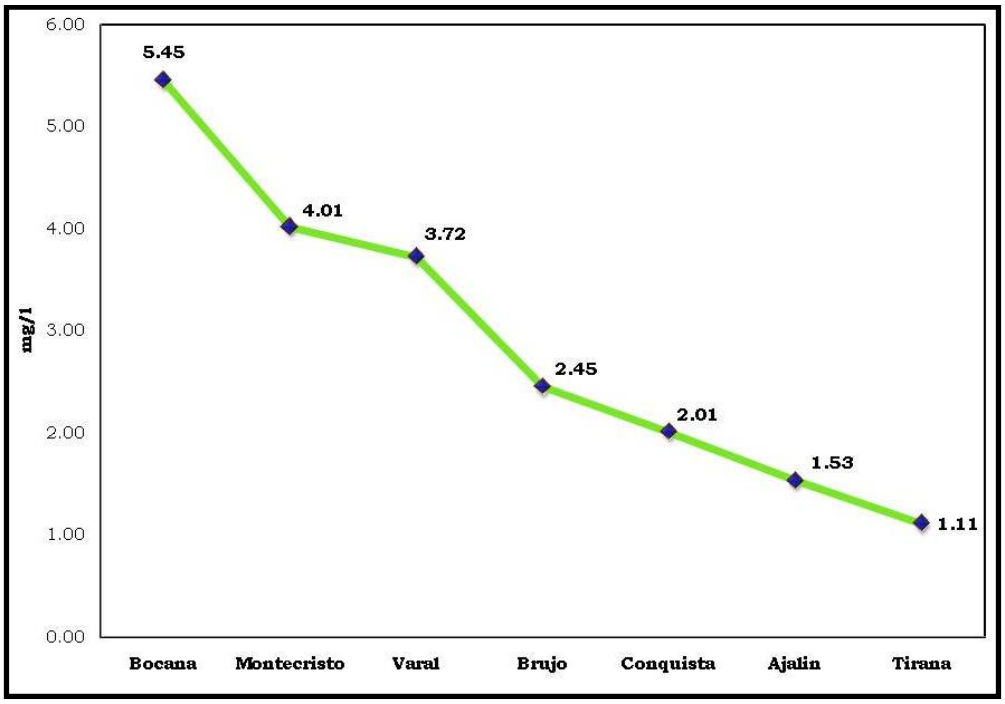


Figura 6. Promedio del oxígeno disuelto (mg/l) en los sitios de muestreo del SOBJ. Marzo/2009-marzo/2010.
Figure 6. Average monthly dissolved oxygen (mg/L) in the sampling stations of the SOBJ. March/2009-march/2010.

Potencial de Hidrógeno (pH)

Se encontró que existen diferencias significativas del pH medido durante los meses de muestreo (ANOVA, $p < 0.05$), estas diferencias se observan entre los meses de abril y mayo (Tukey, $p < 0.05$), registrándose los valores de 6.95 y 7.71 respectivamente (**Figura 7**).

Así mismo, se encontró que existen diferencias significativas del pH medido en las estaciones de muestreo (ANOVA, $p < 0.05$), dichas diferencias se observaron entre la Bocana y Montecristo con las estaciones de la Conquista, Brujo, Ajalin y Tirana (Tukey, $p < 0.05$).

En las estaciones la Bocana y Montecristo se registraron los valores más elevados de pH, siendo de 7.60 y 7.62 respectivamente (**Figura 8**). Los valores más bajos se presentaron en las estaciones de la Conquista (7.06), Brujo (7.11), Tirana (7.04) y el Ajalin (7.09).

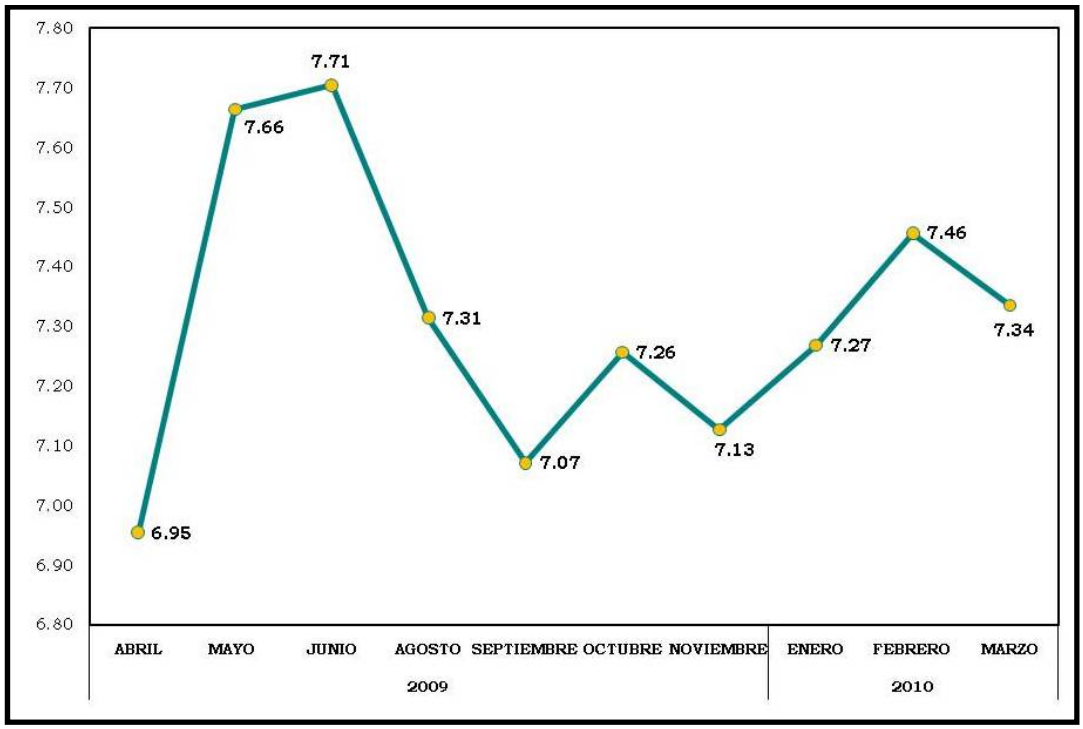


Figura 7. PH del SOBJ. Marzo/09-marzo/10.
Figure 7. PH in the SOBJ. Marzo/09-marzo/10.

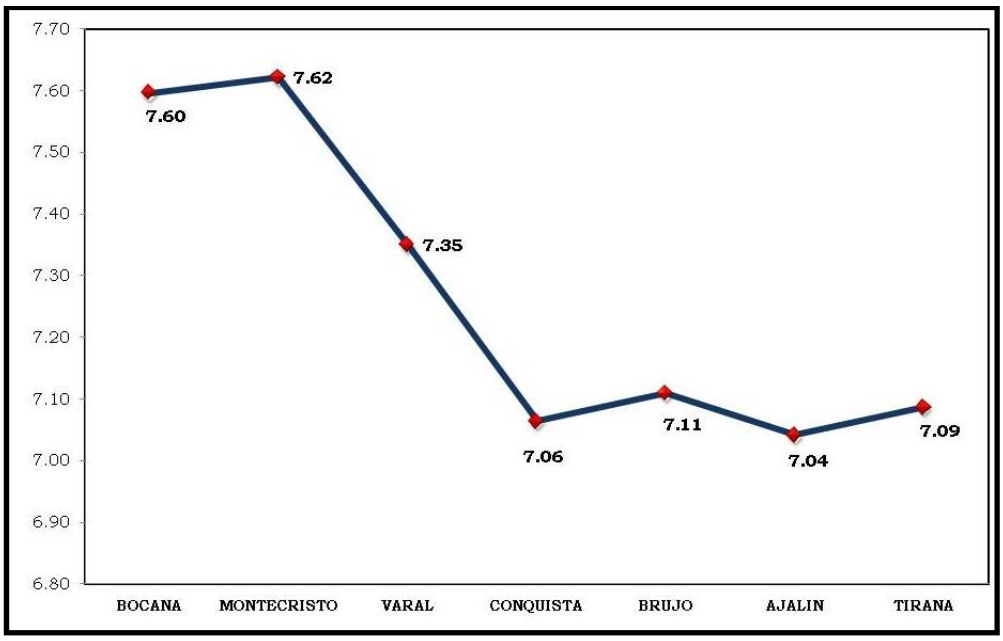


Figura 8. PH en los sitios de muestreo. Marzo/09-marzo/10.

Figure 8. PH in the sampling stations. Marzo/09-marzo/10.

Clorofila a

El promedio encontrado en las estaciones de muestreo durante marzo de 2010, fue de 2.30 mg/m^3. La concentración más alta se determinó en la Bocana (3.6 mg/m^3) y la más baja en el Ajalin (0.95 mg/m^3). La medición de clorofila "a" está relacionada con el oxígeno disuelto y en el SOBJ, precisamente se encontró similar distribución de ambos parámetros, ya que la concentración de oxígeno disuelto fue mayor en la Bocana y menor en el Ajalin.

Cuadro 1. Promedio de la clorofila (mg/ m^3) en las estaciones del muestreo del SOBJ. Marzo/2010.
Table 1. Average chlorophyll (mg / m3) in SOBJ sampling stations. Marzo/2010.

Sitio de muestreo	Promedio mg/m^3
La Bocana	3.6
La Conquista	2.5
Montecristo	2.6
El Varal	2.1
Ajalin	0.95
El Brujo	2.35
Tirana	2.05

Régimen pluviométrico

En el sector de la Bahía de Jiquilisco las lluvias iniciaron en el mes de mayo con 164 mm, fueron más intensas en septiembre (363 mm) y descendieron notablemente en diciembre con 4 mm (**Figura 9**).

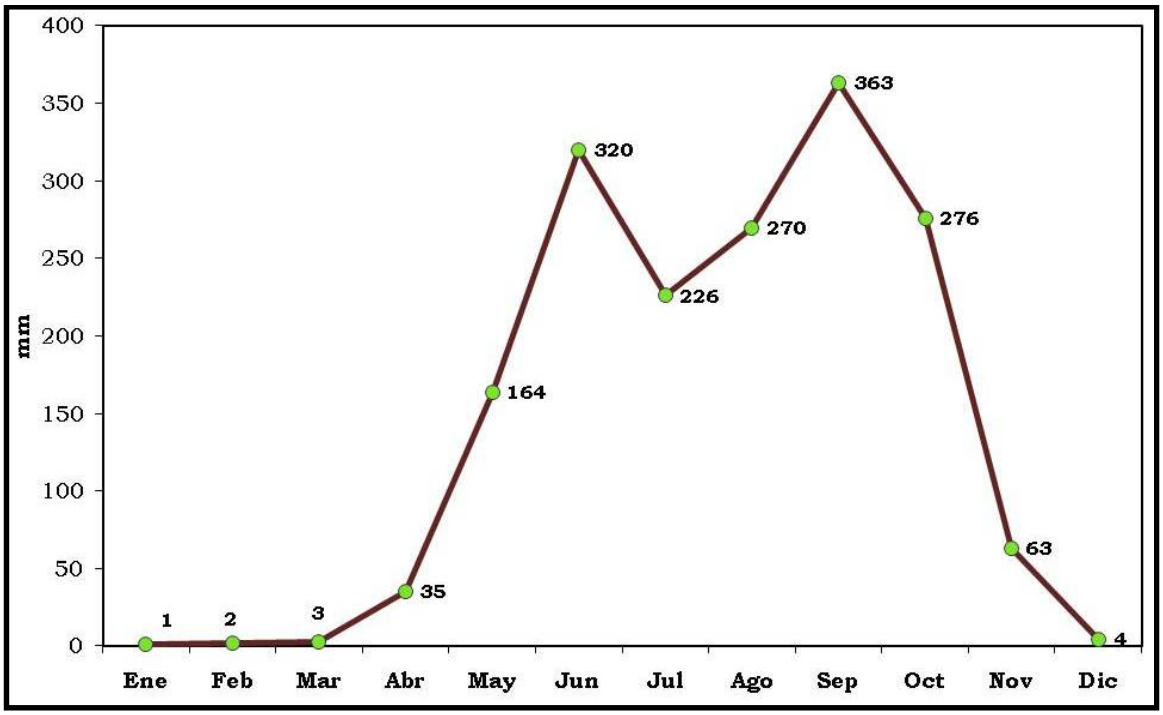


Figura 9. Precipitación (mm) en el año 2009 en la Bahía de Jiquilisco.
Figure 9. Precipitation (mm) in 2009 in the Bay of Jiquilisco.

Caudales del río Lempa

El río Lempa posee una cuenca internacional que ocupa 18 246 km², de los cuales, 10 000 km² pertenecen al territorio salvadoreño (Brenes *et al.* 2000), su caudal es afectado por las precipitaciones que ocurren en su cuenca. Durante el año 2009, su caudal presentó un notable aumento en la época lluviosa (**Figura 10**), siendo más elevado en junio (713.92 m^3/s), ya que generalmente este es el mes con mayores precipitaciones de la época lluviosa. Sin embargo, en noviembre el caudal fue de 154. 67 m^3/s, debido a precipitaciones en el territorio salvadoreño causadas por la combinación de eventos atmosféricos, como el fenómeno de El Niño, que afectó al país en el año 2009 y que causó precipitaciones anormales en este mes, entre estos un sistema de baja presión ubicado en el océano Pacífico adyacente a El Salvador y el

huracán IDA en el Caribe Occidental (SNET, s.a).

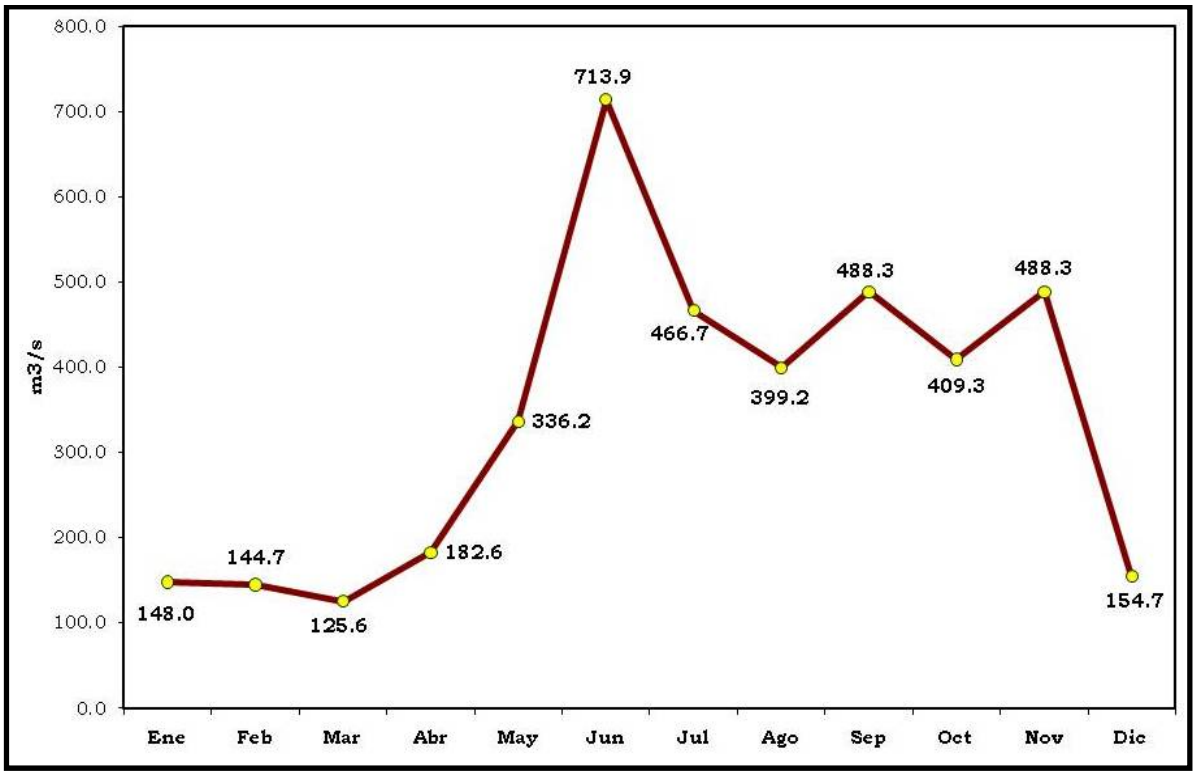


Figura 10. Caudales del río Lempa (m³/s) en el año 2009.
Figure 10. Lempa river flow (m3/s) in 2009.

Humedad Relativa (%)

Como puede observarse en la **Figura 11**, los menores valores de humedad relativa se produjeron en los meses de la época seca, es decir, noviembre y diciembre, los cuales fueron de 49 % y 56 % respectivamente. En la época lluviosa se observan los mayores porcentajes, especialmente en septiembre y octubre con 83 % y 81 % respectivamente.

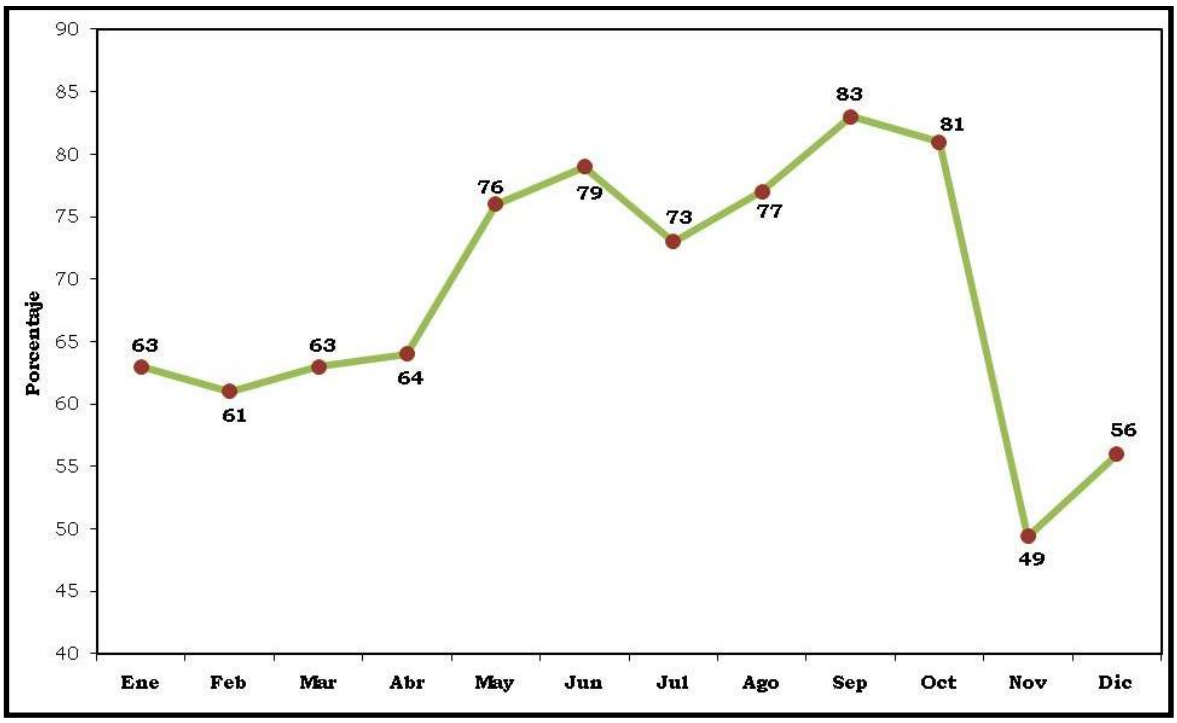


Figura 10. Humedad relativa (%) en el año 2009 en la Bahía de Jiquilisco.
Figure 10. Relative humidity (%) in 2009 in the Jiquilisco Bay.

Sedimentos

En el cuadro 2 se presentan los porcentaje de las fracciones sedimentarias en las estaciones de muestreo del SOBJ. El material sedimentario del SOBJ está constituido por partículas de textura fundamentalmente arenosas, con contenidos mayores de arena en los sitios donde la energía de las corrientes de marea y el flujo del río es alto; tal es el caso de la Bocana (98.00%), Montecristo (99.40 %) y El Varal (99.40%). En los primeros dos sitios incluso se encontró una pequeña fracción de grava, la cual no fue detectada en las estaciones restantes.

La Tirana es un ambiente más protegido de las corrientes mareales y del río, lo que se evidencia con la mayor deposición de fango en relación a las demás estaciones de muestreo (18.89%).

Cuadro 2. Porcentaje de las fracciones sedimentarias en las estaciones de muestreo del SOBJ.
Table 2. Percentage of sedimentary fractions in the sampling stations of the SOBJ.

Fracción sedimentaria	La Bocana	Montecristo	El Varal	La Conquista	El Brujo	El Ajalín	La Tirana
Grava	1.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arena	98.00	99.40	99.40	84.33	89.18	97.92	80.65
Fango	0.00	0.00	0.40	15.46	10.82	1.38	18.89

El contenido de materia orgánica total de los sedimentos del SOBJ varió de 0.67 % a 17.08 % (ver Cuadro 3). Los niveles más bajos se presentan en la Bocana (0.67%), El Varal (1.25%) y Montecristo (1.92%). Por otra parte, los sedimentos con mayor contenido se localizan en El Brujo (17.08), El Ajalin (15.83) y La Tirana (15.03). Como es de esperar, aquellos sitios de muestreo que sus sedimentos poseen los menores porcentajes de materia orgánica, son los que su contenido de arena es mayor; mientras que, en las estaciones con mayor cantidad de fango la cantidad de materia orgánica es mayor.

Cuadro 3. Porcentaje de materia orgánica en las estaciones de muestreo del SOBJ.
Table 3. Percentage of organic matter in the sampling stations of the SOBJ.

Estación	% materia orgánica
Bocana	0.67
Montecristo	1.92
El Varal	1.25
La Conquista	7.51
El Brujo	17.08
El Ajalin	15.83
La Tirana	15.03

Conclusiones y Recomendaciones.

La Bocana y Montecristo son zonas de alta energía, por el flujo del río Lempa y las corrientes de marea, lo que provoca cambios estacionales en la salinidad, concentración de mayor cantidad de organismos fotosintéticos y por ende mayor oxígeno disuelto, pH ligeramente más elevados y sedimentos arenosos.

En los sitios más protegidos del flujo del río Lempa y las mareas como la Tirana y El Ajalin, no se observan marcados cambios estacionales de salinidad, pH ligeramente más bajos, menor concentración de organismos fotosintéticos y por ello menos oxígeno disuelto, así como sedimentos arenosos con mayor porcentaje de fango.

Considerando que el ecosistema de manglar depende fuertemente del intercambio hidrológico natural del sistema y que, alteraciones a ese nivel, han ocasionado pérdida de cobertura boscosa (p. e. El Llorón), se recomienta mantener o mejorar el drenaje natural de los canales secundarios y terciarios del Canal El Izcanal en el SOBJ.

AGRADECIMIENTOS

La recolecta de muestras fue posible gracias a la colaboración de Dimas Molina, Manuel Gonzáles, Cornelio Rubio, Adán Velásquez y Carlos Barahona. El manuscrito fue enriquecido de manera sustancial por Gabriela Solano Ávila y Velia Sosa. La información meteorológica fue gentilmente proporcionada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

REFERENCIAS

- Acuña, J., V. García & J. Mondragón. 1998. Comparación de algunos aspectos físicos-químicos y calidad sanitaria del Estero de Puntarenas, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 46 (Supl. 6): 1-10.
- APHA, American Public Health Association. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed.
- Bianchi, T. S. 2007. Biogeochemistry of estuaries. Oxford University Press. New York. 720 pp.
- Braga, E., C. Bonetti, L. Burone & J. Bonetti-Filho. 2000. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista estuarine system - Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 40(2): 165-173 pp.
- Brenes, L., M. Gallo, E. Rodríguez, A. Lavell. 2000. Diagnóstico Biofísico para la mitigación de la Vulnerabilidad Física y Social de la Región del Bajo Lempa.

República de El Salvador, Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Banco Interamericano de Desarrollo. 67 pp.

- Carranza, A. 1997. La Granulometría y su uso en estudios Geoquímicos y Ambientales. *Actas INAGEOQ*. 3: 235-243 pp.
- Dean, W. E. 1974. Determinations of carbonate and Organic Matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *J. Sedim. Petrol.* 44: 242-248.
- Ferran, A. 2001. SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill. España. 480 pp.
- Pereira-Filho, J., L. Spillere & C. A. Schettini. 2003. Dinâmica de nutrientes na região portuária do estuário do Rio Itajaí - Açu, SC. Atlântica 25(1): 11-20.
- Perillo, G. M. 1995. Definitions and geomorphologic classifications of estuaries. Developments in sedimentology N° 53. p. 17-47.
- Piccolo, M. & G. Perillo.1997. Geomorfología e hidrografía de los estuarios. El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros. (1):133-161 pp.
- Reyes, C. & C. Cortez. 2008. Características geomorfológicas del estuario Aconcagua, Chile Central, entre 1877 y 2001. Revista Geográfica de Valparaíso. N° 41: 14-26 pp.
- SNET, Servicio Nacional de Estudios Territoriales. s.a. Información Climática en El Salvador durante el 2009. Informe no publicado. 15 pp.
- Silva A. & J. Acuña-Gonzáles. 2006. Caracterización fisico-química de dos estuarios en la bahía de Golfito, Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 54 (Suppl. 1): 241-256 pp.
- U.S.E.P.A. 1997. Method 446.0. In Vitro determination of chlorophylls a,b,c1+c2 and pheopigments in marine freshwater algae by visible spectrophotometry. Revision 1.2. National Exposure Research Laboratory. Office of research and development. Cincinnati, Ohio.

RECUADRO 8

En los esteros interactúan diferentes factores que cambian continuamente, entre ellos, el flujo de los ríos, las mareas y la salinidad. Esto hace que cada estero sea único y complejo.

En el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco se encontraron salinidades más bajas durante la época lluviosa, ya que el caudal del río Lempa crece incorporando más agua dulce al estero; en cuanto al oxígeno disuelto y al pH, se registraron valores bajos en la Tirana y el Ajalin, debido a que en estos sitios hay poco movimiento de agua.

Se registró además que la mayor cantidad de lluvias se observaron en el mes septiembre, lo que no coincidió con el mayor caudal del río Lempa, el cual fue medido en el mes de junio, debido a que este es el mes más lluvioso en El Salvador

Los sedimentos poseen partículas con textura principalmente arenosa, encontrándose mayor porcentaje en lugares como la Bocana y Montecristo, por otro lado, se registró mayor cantidad de fango en los sitios más protegidos dentro del canal El Izcanal como El Brujo, La Tirana y El Ajalin.

CAPITULO IX
CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

TOMASA DEL CARMEN CUÉLLAR & CARLOS GIOVANNI RIVERA
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador (UES).
Final Avenida Mártires 30 de Julio, Ciudad Universitaria, San Salvador. El Salvador, América Central.
t.cuellarmartínez@yahoo.es & riveracg@yahoo.com

RESUMEN

Se presentan los resultados del estudio de capacidad de carga turística del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ) mediante la evaluación de dos recorridos, uno acuático de 13 000 m y otro terrestre de 6 500 m. Se establecieron la capacidad de carga física (CCF), capacidad de carga real (CCR) y capacidad de carga efectiva (CCE). La CCF oscilo entre 17 333 (acuático) y 26 000 (terrestre) visitaciones. La CCR fue de 213.91 (acuático) y 286.91 (terrestre) visitaciones. La capacidad de manejo del área natural fue de 23.6%. La CCE se estimó en 67.71 visitas/día para el recorrido terrestre y de 50.48 visitas/día para el acuático.

ABSTRACT:

The results of the study of tourism carrying capacity of the Western Sector Jiquilisco Bay (SOBJ) are present. Two trails were evaluated, the first aquatic of 13 000 m and another terrestrial of 6500 m. We established the physical carrying capacity (PCC), real carrying capacity (RCC) and effective charge capacity (ECC). The PCC ranged from 17 333 (aquatic) and 26 000 (terrestrial) visitations. The RCC was 213.91 (aquatic) and 286.91 (terrestrial) visitations. The capacity to manage of the SOBJ was 23.6%. The ECC was estimated at 67.71 visits per day for the terrestrial trail and 50.48 visits per day for aquatic trail.

Palabras clave: Ecoturismo, Área Natural Protegida (ANP), Ecosistema de Manglar, Manejo Turístico.

Key words: Ecotourism, Protected Natural Area, Mangrove Ecosystem, Tourism Management.

INTRODUCCIÓN

La capacidad de carga turística está referida al nivel máximo de visitantes e infraestructura que un área natural puede soportar, sin que esto provoque efectos negativos severos sobre los recursos naturales, se disminuya la calidad de satisfacción del visitante o se ejerza un impacto adverso sobre la sociedad, la economía o la cultura de un área determinada (Ceballos-Lascuráin, 1994).

Los estudios de capacidad de carga son una herramienta de planificación, relativa y dinámica, ya que dependen de variables que constituyen apreciaciones y que pueden cambiar según las circunstancias, por lo que también es específica y diferente para cada sitio (Cifuentes, 1992).

La aplicación de esta herramienta permite diseñar un programa de monitoreo para los sitios públicos, evaluando los futuros impactos por

visitación y ajustar las decisiones de manejo (WWF, 2000).

La actividad turística en las áreas naturales protegidas debe ser debidamente planificada para minimizar los daños ambientales, maximizar los resultados económicos e involucrar a las comunidades locales (Whelan 1991).

Pese a que en el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ) las actividades turísticas constituyen una opción productiva potencialmente rentable a nivel local, su desarrollo carece de planificación y existen muy pocas familias involucradas (Rivera, 2009).

En tal sentido, en este documento se presentan los resultados del estudio de capacidad de carga turística de dos recorridos preliminares (terrestre y acuático) dentro del área natural, desarrollado con el propósito fundamental de facilitar una herramienta básica para la planificación y administración del ecoturismo en el SOBJ.

MÉTODOS

Determinación de la capacidad de carga turística

La metodología utilizada ha sido diseñada por Cifuentes (1992) y se ha aplicado en diversas áreas naturales (Cayot *et al.* 1996, Bajaña-Fabara, 1998, Cifuentes *et al.* 1999, Maldonado, 2000, López & Soriano, 2007), esta comprende tres niveles: a) capacidad de carga física (CCF), b) Capacidad de carga real (CCR) y capacidad de carga efectiva (CCE). Cada uno de estos subniveles constituye una capacidad de carga corregida de la inmediata anterior.

La capacidad de carga física es el límite máximo de visitas que pueden realizarse al sitio durante un tiempo determinado, que se expresa a través de la fórmula general:

$$CCF = \frac{S}{sp} * NV$$

Donde:

CCF = Capacidad de carga física.

S = superficie disponible, en metros lineales.

sp = superficie usada por persona.

NV = número de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona en un día.

$$NV = Hv / tv$$

Donde:

NV = número de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona en un día.

Hv = Horario de visita.

Tv = Tiempo necesario para visitar cada ruta.

La CCR es el límite máximo de visitas, determinado a partir de la CCF de un sitio, luego de someterlo a los factores de corrección.

Los factores de corrección considerados fueron: Factor Social (FCsoc), Precipitación (FCpre), Brillo solar (FCsol), Mareas (FCma) y Anegamiento (FCane).

Se calcularon utilizando la fórmula general:

$$FCx = \frac{Mlx}{Mtx}$$

Donde:

FCx = Factor de corrección por la variable "x"

Mlx = Magnitud limitante de la variable "x"

Mtx = Magnitud total de la variable "x"

Factor Social

Los aspectos que se consideraron fueron: que cada grupo no debía ser mayor de 15 personas para la ruta acuática y de 10 personas para la ruta terrestre, la distancia entre grupos debe ser al menos de 50 metros para la ruta terrestre y de 500 para la ruta acuática.

El número de grupos de visitación (NG) se calculó de la forma siguiente:

$$NG = \frac{largo\ total\ del\ sendero}{distancia\ requerida\ por\ cada\ grupo}$$

El cálculo de cuántas personas (P) pueden estar simultáneamente en el sendero se realizó con la formula:

P = NG * número de personas por grupo

La magnitud limitante consiste en la porción de sendero que no puede ser ocupada, ya que se debe mantener una distancia mínima de 1 m del sendero:

ml: Metros lineales del sendero - P

Factor de precipitación

Debido a que las lluvias son un factor limitante para la visitación normal, se consideraron los meses de mayor precipitación (de Mayo a Octubre), en los que puede llover por la tarde. Las horas de lluvia limitantes son 4 (12:00 a 16:00 horas) lo que equivale

a 184 días en 6 meses y 736 horas aplicado para ambos senderos. Con base a lo anterior se calcula el factor utilizando la siguiente fórmula:

$$FCpre = 1 - \frac{hl}{ht}$$

Donde:

FCpre = Factor de corrección por precipitación.

hl = Horas de lluvia limitantes por año.

ht = Horas al año que el área natural está abierta (365 días * 8 horas= 2 920 horas).

Brillo solar

Se estimó que para la ruta terrestre un 10% se encuentra sin cobertura vegetal esto equivale a 630 metros, distancia en la cual el brillo solar puede ser un factor limitante para los visitantes, se consideraron que entre las 10:00 y las 15:00 horas el brillo solar es mas fuerte especialmente en los meses de poca lluvia que son seis (181 días/año* 5 horas/día = 905 horas/año). Para los meses de mayor precipitación se tomaron en cuenta 2 horas de mayor brillo solar (184 días/año * 2 horas/día= 368 horas/año).

En la ruta acuática se tienen dos consideraciones relacionadas al brillo solar:

- Si las lanchas están equipadas para protección solar como una capota, el brillo solar no es un factor limitante.
- Pero si las lanchas no cuentan con protección para el sol, el tramo del sendero acuático sin cobertura vegetal es de 12 400 metros, por ello se realizan los cálculos de este factor de corrección relacionados a esta consideración.

La fórmula utilizada fue:

$$FCsol = 1 - \left(\frac{hsl}{ht} * \frac{ms}{mt}\right)$$

Donde:

FCsol = Factor de corrección por brillo solar.

hsl = horas de sol limitantes.

ht = horas al año que el área natural está abierta.

ms = metros de sendero sin cobertura.

mt = metros totales del sendero.

Anegamiento

Este factor fue considerado para la ruta terrestre y se relaciona con los sectores donde el agua tiende a estancarse, debido a que algunos tramos del sendero propuesto están influenciados por la marea hay problemas de anegamiento en 5 900 metros. El factor de corrección por anegamiento se calculó de esta manera:

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt}$$

Donde:

FCane = Factor de corrección por anegamiento.

ma = Metros del sendero con problemas de anegamiento.

mt = Metros totales del sendero.

Mareas

Las mareas constituyen un factor limitante debido a la dificultad de desplazamiento de los grupos turísticos por las oscilaciones mareales desde el embarcadero La Babilonia hacia la Isla Montecristo y canal El Izcanal. Las horas limitantes por marea baja resultaron ser de 1 225 horas/año, el factor de corrección se calculó de la siguiente manera:

$$FCma = 1 - hm/ht$$

Donde:

FCma = Factor de corrección por marea.

hm= horas limitantes por año debido a la marea baja.

ht= horas totales en que el área natural está abierta.

La CCR se calculó utilizando la fórmula:

CCR= CCF (FCsoc*FCero*FCacc*FCpre*FCsol*FCtem*FCcane)

La CCE se refiere a la cantidad máxima de visitas obtenida al comparar la CCR con la Capacidad de Manejo (CM) de la administración del área protegida. La fórmula es:

CCE=CCR* CM

CCR = Capacidad de Carga Real

CM = Capacidad de Manejo

Se estimó la capacidad de manejo mínima indispensable determinando a qué porcentaje de esta corresponde la CM existente. Se tomaron en cuenta las variables: infraestructura, equipamiento y personal de acuerdo con los siguientes criterios: cantidad (relación porcentual entre la cantidad existente y la cantidad óptima),

estado (condiciones de conservación y uso de cada componente), localización (la ubicación apropiada que facilite su acceso dentro del área) y funcionamiento (estado y la localización para obtener la utilidad práctica del componente). Cada criterio recibió un valor calificado según la siguiente escala adaptada de la norma ISO 10004 de acuerdo a Cifuentes (1992) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Escala de valoración de los criterios para obtener la capacidad de manejo.
Table 1. Rating scale criteria for management capacity

Porcentaje	Valor	Calificación
<= 35	0	Insatisfactorio
36-50	1	Poco satisfactorio
51-75	2	Medianamente satisfactorio
76-89	3	Satisfactorio
>=90	4	Muy satisfactorio

La capacidad de manejo se obtuvo con base al porcentaje obtenido con la fórmula:

$$CM = \frac{Infr + Eq + Pers}{3} * 100$$

Donde:

CM = Capacidad de manejo.

Infr = Infraestructura.

Eq = Equipamiento.

Pers = Personal.

Finalmente, el número de visitantes diarios se calcularon con la fórmula:

Visitantes diarios = Capacidad de carga efectiva/ Número de veces que el sitio puede ser visitado en un día.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los supuestos para determinar la capacidad de carga del SOBJ, fueron asumidos de acuerdo a la naturaleza de cada recorrido. Se estimó una superficie disponible para el recorrido acuático de 13 000 m y de 6 500 m para el terrestre. En el desplazamiento acuático sería sextuplicada la superficie por persona. Los horarios de visita previstos para el área de conservación son de 8 horas los 365 días del año. El recorrido terrestre sería mayor en tiempo debido a la conjugación de algunos factores que lo condicionarían (anegamiento,

cobertura vegetal, brillo solar, entre otros). Para evitar perturbaciones mayores al ecosistema, se consideró que los grupos de visitantes no deberían sobrepasar entre 10 y 15 personas. Bajo el mismo esquema, la distancia sugerida entre las embarcaciones y entre los grupos terrestres sería de 500 m y de 50 m respectivamente. Se estimó el número de grupos y personas que pueden visitar simultáneamente las rutas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Supuestos utilizados para el cálculo de la capacidad de carga.
Table 2. Assumptions used for calculating the carrying capacity

Supuesto/Sendero	Ruta terrestre	Ruta Acuática
Superficie disponible de la ruta	6 500 m	13 000 m
Superficie usada por persona/ lancha.	1 m^2	6 m
Horario de visita	8 h	8 h
Tiempo de visita	2 h	1 h
Número de personas por grupo	10	15
Distancia entre grupos	50 m	500 m
Número de grupos que pueden estar simultáneamente	108.33	25.69
Número de personas que pueden estar simultáneamente	1083.3	385.35

La capacidad de carga física fue de 26 000 visitaciones para el recorrido terrestre y de 17 333 para el acuático, estos datos fueron posteriormente modificados con los factores de corrección aplicables al SOBJ.

En el caso del recorrido terrestre, el factor de corrección que más afecta la visitación es el anegamiento (0.09) debido a que el 10% del recorrido presenta problemas por sustratos anegados.

Se estima que grupos de embarcaciones más cercanos de 500 m entre sí, podrían ocasionar perturbaciones sonoras al ecosistema, por lo que el factor más limitante en el recorrido acuático fue el social (0.029). Asimismo, para esta ruta se consideró el factor de la marea, ya que a determinadas horas del día en marea baja, se limita la salida/entrada de visitantes entre el embarcadero La Babilonia e Isla Montecristo.

La CCR obtenida fue de 286.91 visitaciones para el recorrido terrestre y de 213.91 para el acuático, el cálculo fue obtenido tomando en cuenta el factor de corrección de brillo solar. Es importante destacar que embarcaciones equipadas con una carpa o capota protectora para los visitantes, aumentarían levemente la CCR y CCE.

El número de veces que una misma persona puede realizar los recorridos en un mismo día resultó ser menor para la ruta terrestre (4) comparado con la acuática (8), en la primera el tiempo de visita es el doble que en la segunda. La CCE fue de 67.71 visitas/día y 50.48 para las rutas terrestre y acuática respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de la capacidad de carga.
Table 3. Results of carrying capacity.

Capacidad de carga/Sendero	Ruta terrestre	Ruta acuática
Capacidad de carga física	26,000	17,333
Factor social	0.1667	0.0297
Factor de precipitación	0.748	0.748
Factor brillo solar	0.9578	0.5843*
Factor anegamiento	0.0924	N.A**
Factor marea	N.A	0.58
Capacidad de carga real	286.91	213.91
NV	4	8
Capacidad de manejo %	23.6 %	23.6 %
Capacidad de carga efectiva visitas/ día	67.71	50.48
Visitas/día	16.92	6.31
Visitas/año	6178.5	2303.1

*** Si la lancha está equipada con capota protectora el brillo solar no es un factor limitante y la capacidad de carga real es de 223.33 y la CCE de 52.70**
**** N.A. No aplica.**
NV: Número de veces que una misma persona puede visitar el sitio en un día

El resultado más bajo de las variables que se evaluaron para obtener la CM fue el equipamiento (13%), ya que dentro del área natural se carece de diferentes equipos básicos (suficientes lanchas, motosierra, botiquín, equipo multimedia, tiendas de campaña). La variable de personal fue la mejor

evaluada ya que recientemente se ha capacitado a guías turísticos y se ha contratado desde el 2009 a un equipo de 6 guarda recursos. Sin embargo, no se cuenta con personal dedicado exclusivamente a labores de administración o educación ambiental en el área natural.

En relación a la infraestructura del SOBJ (baños, inodoros, pilas de lavado, kioskos, senderos, dormitorios, caseta de entrada, salones para charlas y exposiciones), los resultados muestran ausencia o limitaciones de infraestructura básica requerida para la atención mínima de turistas (Cuadro 4). Cabe destacar que se cuenta con avances substanciales en la señalización de sitios estratégicos y mapas temáticos de la zona a través de esfuerzos combinados del Proyecto FIAES DES-0154 y el MARN.

Cuadro 4. Resultados de las variables para la obtención de la capacidad de manejo.
Table 4. Results of variables to obtain management capacity.

Variable	Ruta terrestre	Ruta acuática
Infraestructura	26	26
Equipamiento	14	14
Personal	31	31
Capacidad de Manejo	23.6%	23.6%

Si la CM del SOBJ se incrementara hasta un 50% de la actual, la CCE sería de 143.45 visitas/día en el recorrido terrestre. Además, si todas las embarcaciones contaran con una carpa para protección del sol y de igual manera se aumentara en 50% la CM, la CCE sería de 111.66 visitas/día.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La escasa capacidad de manejo del SOBJ afecta significativamente la capacidad de carga turística del área natural. Las pocas iniciativas

turísticas que se conocen a la fecha, han sido concebidas de manera desarticulada y no han contado con una planificación acorde con una visión de desarrollo local sostenible. Tales aspectos deben ser abordados y corregidos en un Plan Maestro de Desarrollo Turístico (PMDT) del SOBJ que permita establecer lineamientos estratégicos para la integración efectiva de las Comunidades en las actividades económicas relacionadas con el turismo.

Por ejemplo, emprendedurismo local de atención turística (alimentos, artesanías, alojamiento, transporte, entre otros), fortalecimiento de infraestructura básica, aumento sistemático de recursos humanos y el establecimiento de una serie de senderos interpretativos temáticos cortos.

Agradecimientos

La coordinación logística para la obtención de la información estuvo a cargo de Carlos Barahona. El documento fue revisado por Oscar Molina Lara.

REFERENCIAS

- Bajaña-Fabara, D. 1998. Adaptación y validación de procedimientos para evaluar la Capacidad de carga turística en el Parque Nacional Corcovado, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Tesis de Maestría. Costa Rica. 145 pp.
- Cayot, L., Cifuentes, M., Amador, E. & F. Cruz. 1996. Determinación de la capacidad de carga turística en los sitios de visita del Parque Nacional Galápagos. Puerto Ayora, Ecuador. Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre. 47 pp.
- Ceballos-Lascuráin, H. 1994. Estrategia Nacional de Ecoturismo para México. Secretaría de Turismo. México. Disponible en: http://www.planeta.com/ecotravel/mexico/ceballos1.html. Consultado el 20 de abril de 2010.
- Cifuentes, M. 1992. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie técnica N° 194. Costa Rica. 27 pp.
- Cifuentes, M., Mesquita, C., Méndez, J., Aguilar, N., Cancino, D., Gallo, M., Jolón, M., Ramírez, C., Ribeiro, N., Sandoval, E. & M. Turcios. 1999. Capacidad de

carga turística en las áreas de uso público del Monumento Natural Guayabo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 75 pp.

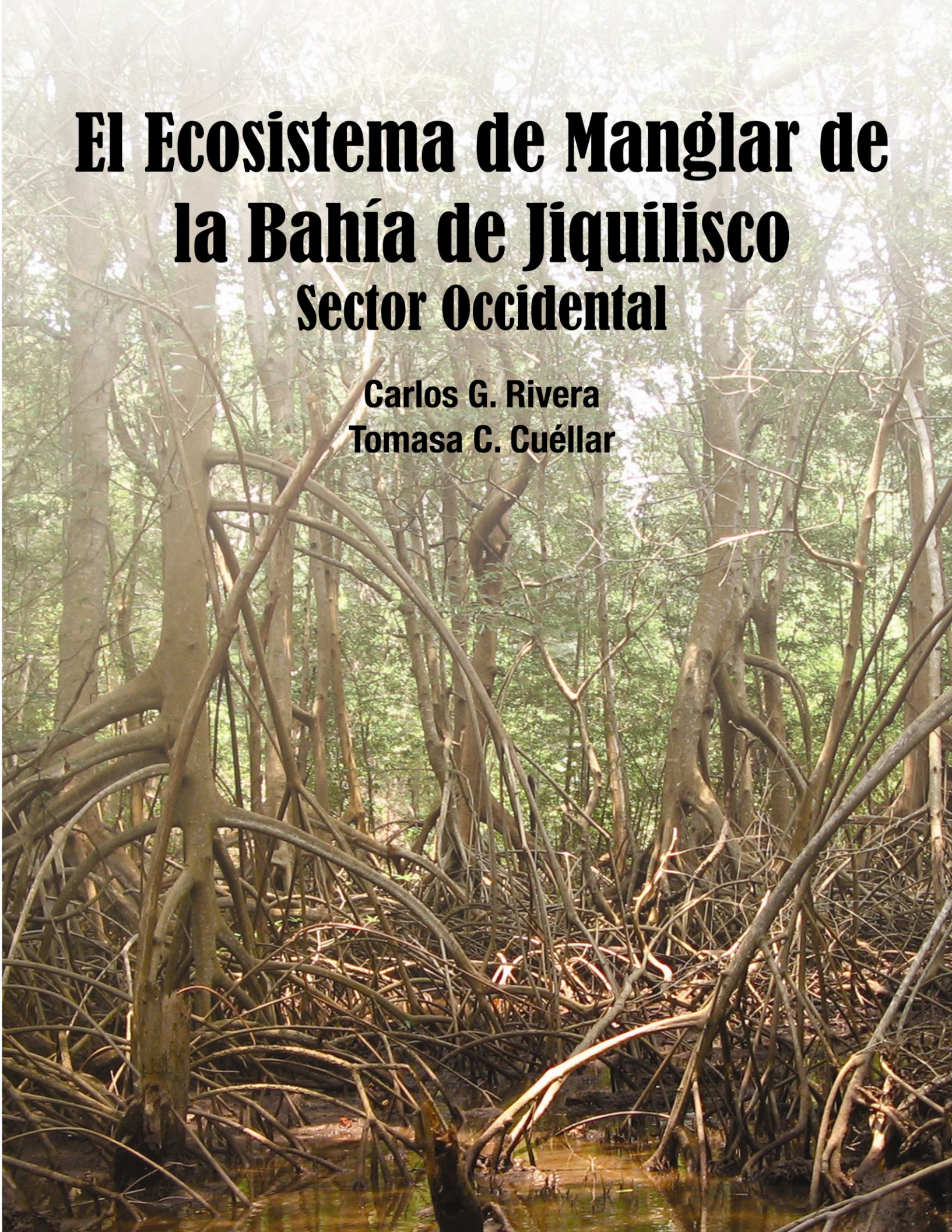
- López, A. & C. Soriano. 2007. Capacidad de carga turística en el sector Bajo Lempa. Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Escuela de Biología. 98 pp.
- Maldonado, E. 2000. Determinación de la capacidad de carga turística, como una opción para el manejo sustentable del parque nacional la Tigra, Tegucigalpa, Honduras. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. 112 pp.
- Rivera, C. G. 2009. Diagnóstico socio-económico de ocho Comunidades del Sector Occidental de la Bahía de Jiqulisco, Departamento de Usulután. Proyecto Académico Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador-Asociación Local Mangle para la Mitigación de desastres y el Desarrollo del Bajo Lempa y Bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador. 59 pp.
- Whelan, T. 1991. Nature Tourism: Management for the Environment. Washington, D.C. 327 pp.
- World Wildlife Found (WWF). 2000. Plan de Manejo del Monumento Cultural Nacional Guayabo (borrador). Centroamérica. 97 pp.

RECUADRO 9

Imaginemos que el Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco (SOBJ) recibe la visita frecuente de turistas nacionales y extranjeros que son atendidos amablemente por lugareños que les muestran la riqueza natural (plantas y animales) y les ofrecen productos elaborados localmente. Son alojados en pequeños hostales amigables con el ecosistema. Finalmente, observaríamos el desarrollo de tales actividades de manera sostenible.

La realidad súbitamente hace caer en cuenta que lo escrito arriba no es más que un interesante camino a seguir. Alcanzar esas condiciones ideales implicaría importantes esfuerzos locales para mejorar la capacidad de atención a los turistas, conservar la integridad de los recursos naturales y garantizar ingresos económicos sostenibles a nivel local. Todo ello debe ir fundamentado en una planificación estratégica del turismo en el SOBJ.

El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco

Sector Occidental

Carlos G. Rivera
Tomasa C. Cuéllar