



ISSN-2413-1792

Vol. 1 (Supl. 1)
Septiembre, 2015
San Salvador, El Salvador

Revista
COMUNICACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



Ciudad Universitaria, 5 de septiembre de 2015

Revista

COMUNICACIONES

CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

EDITOR EN JEFE: Francisco Chicas Batres^{1,2}

COMITÉ EDITORIAL: Alberto González^{1,2}, Roberto Alegría³ y Johanna Segovia^{1,2}

ASISTENTES DE EDICIÓN: Alejandra Trejo² y Gabriela Meléndez²

¹ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,
Facultad de Ciencias Naturales y
Matemática, Universidad de El Salvador,
San Salvador, El Salvador.

² Escuela de Biología, Facultad de Ciencias
Naturales y Matemática, Universidad de El
Salvador, San Salvador, El Salvador.

³ Nuevo Consejo Nacional de Ciencia y
Tecnología, Viceministerio de Ciencia y
Tecnología, Ministerio de Educación,
San Salvador, El Salvador.

Revista

COMUNICACIONES

CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

Volumen 1, Suplemento 1 - Septiembre 2015

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.
Ciudad Universitaria, Final Avenida Héroes y Mártires del Treinta de Julio,
San Salvador, El Salvador, América Central.
Tels. (503) 2225-1500 E-mail: icmares@ues.edu.sv

Vice Ministerio de Ciencia y Tecnología, Ministerio de Educación.
Edificio A1, Plan Maestro, Centro de Gobierno, Alameda Juan Pablo II y calle
Guadalupe, San Salvador, El Salvador, América Central.

Nuevo Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
Colonia Médica, Av. Dr. Emilio Álvarez y Pasaje Dr. Guillermo Rodríguez
Pacas, Edificio Espinoza, No. 51, San Salvador, El Salvador, América Central.
Tels. (503) 2234-8400 E-mail: propocyt@conacyt.gob.sv

Revista

COMUNICACIONES

CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

Volumen 1, Suplemento 1
Septiembre 2015

ICMARES, UES.
Tel./FAX. (503) 2226-1948
icmares@ues.edu.sv
revcom.icmares@ues.edu.sv

Fotografías de portada:

Johanna Segovia: superior izquierda e inferior derecha

Néstor Herrera: superior derecha

Alfredo Morales: inferior izquierda

ISSN-2413-1792

Se permite la reproducción total o parcial del contenido de la revista, siempre que se reconozca el derecho de autor y sea para fines académicos y científicos; caso contrario, se requiere permiso del comité editor. Todos los derechos reservados. Hecho el depósito de ley.

COMUNICACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

CONTENIDO

Nota del editor V

Alcolado PM, D. Arellano.

Lecciones aprendidas en la implementación del Manejo Integrado Costero: las experiencias demostrativas del ecosistema Sabana-Camagüey, Cuba..... 1-7

Herrera N, J. Hernández, I. Vega, L. Samayoa.

Población anidante e impacto en la pesca artesanal del cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* (Suliformes:Phalacrocoracidae), en el sitio Ramsar Cerrón Grande, El Salvador..... 8-17

Chicas-Batres FA, J. Segovia, JA. González-Leiva, L. García.

Avances y desafíos de la agenda de Cambio Climático en El Salvador.....18-34

Menjívar R, T. Orantes-Ramos.

Listado de diatomeas del Estero El Tamarindo, Golfo de Fonseca, Sector El Salvador 2004-2005..... 35-43

Morales A, Z. Guerrero, D. Rodríguez.

Primer registro de *Helcystogramma* sp. (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cuba..... 44-49

COMUNICACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

NOTA DEL EDITOR

Hoy en día la publicación científica es altamente ponderada en universidades y centros de investigación, como el principal medio de promoción profesional para alcanzar los eslabones superiores de los sistemas escalafonarios institucionales; también incorpora prestigio al investigador cuando los hallazgos son considerados en los nuevos emprendimientos de otras comunidades científicas, da mayor reconocimiento social cuando los resultados son aplicados por instituciones públicas y privadas, en la búsqueda de alcanzar mayores niveles de desarrollo de la humanidad.

Si bien la mayoría de investigadores siguen la corriente anglosajona de aspirar a publicar sus manuscritos en revistas internacionales que tienen alto factor de impacto e indizadas en las principales bases de datos bibliográficas, la selección de una revista descansa en el grado de aceptabilidad que otorga la comunidad científica, en la frecuencia de su publicación y en el alcance de su difusión, esto coloca en desventaja a los artículos producidos en ciertas regiones del mundo como el caso de América Latina y el Caribe, ya que son escasamente citados y no son considerados en los indicadores bibliométricos que tienen como fuente exclusiva de información las bases de datos de Thomson Reuters (Web of Science) y Elsevier (Scopus), ambas tienen un sesgo a favor de la presencia de revistas científicas anglosajonas, en las que el factor de impacto es el elemento de mayor peso (Cetto y Gamboa 2012).

La presencia de revistas salvadoreñas en bases de datos o indicadores bibliométricos es escasa o porque no decir nula, por ejemplo el SCImago Journal & Country Rank, que agrupa 22,878 medios de publicación entre revistas, libros, serie de libros, conferencias, congresos y publicaciones especializadas de todo el mundo, tiene incorporadas dos revistas de Costa Rica, el resto de países de Centroamérica no aparecen. El Sistema Latindex, que contiene un poco más 8,070 revistas, tiene catalogadas 11 revistas de origen editorial en El Salvador, corresponden a ciencias sociales y humanidades principalmente. Del mismo modo la base de datos SciELO adscribe 1,249 revistas y Redalyc otras 1,032, en ninguna de ellas se indizan revistas salvadoreñas.

Es importante denotar que el panorama no ha sido tan sombrío para El Salvador, en 1952 inició una de las producciones científicas más importantes, la Revista **Comunicaciones** del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas (ITIC) de la Universidad de El Salvador, que llegó a constituir el primer medio de divulgación científica en las ramas de Biología, Geología, Química, Geofísica, Oceanografía, Astronomía, Meteorología y Patología Tropical, y en consecuencia la mejor revista de su tipo en la historia de la universidad (Flores-Macal 1976); trascendió fronteras y en un lapso de 8 años tuvo una producción de 106 artículos científicos que son citados en nuestros días.

Reconocemos que publicar de forma periódica una revista científica en un país como El Salvador, donde la producción de conocimiento es reducida y especialmente en ciencias naturales, representa un enorme desafío editorial para acceder y permanecer en el mundo competitivo de la divulgación científica, vale la pena revisar el escrito de Gibbs 1995 Lost Science in the Third

World publicado en la revista *Scientific American*, que recoge opiniones de editores en jefe de connotadas revistas científicas, que muestran el poco valor por las publicaciones producidas en los países en desarrollo; también relata la experiencia del Doctor Luis Benítez-Bribiesca, Editor en Jefe de la revista mexicana *Archivos de Investigación Médica*, cuando la revista fue aceptada en el *Science Citation Index*, de entrada debía cumplir tres requisitos para asegurar su permanencia en esa base de datos: mantener la periodicidad de las publicaciones, incluir abstracts en inglés cuando los artículos fueran publicados en español, y el pago de 10,000 dólares por la suscripción. La revista fue dada de baja por cuando no publicó ningún número en seis meses consecutivos, a raíz de la falta de financiamiento provocada por la crisis financiera que vivió México en esa época.

Como indica Gibbs (1995), muchos investigadores de países en los que el avance de la ciencia es pobre, se sienten atrapados en un círculo vicioso ocasionado por los perjuicios de las barreras editoriales que imponen las revistas de países desarrollados, lo cual frustra sus esfuerzos de fortalecer las ciencias y la calidad de la investigación en las regiones que más lo necesitan. Para el caso Monje-Nájera (2002) recomienda a los científicos de los países tropicales, que deben saber decidir al enfrentar el desafío de producir conocimiento nuevo: desesperarse y hacer muy poco por realizar buena ciencia; elegir vivir a la sombra de la ciencia de los países desarrollados, tratando de cumplir con los intereses de las revistas, lectores e índices de citas de estos países; o desarrollar un orgullo científico local basado en la calidad y buen balance entre la ciencia básica y la aplicada; como lo hizo EUA después de pasar muchos años a la sombra de la ciencia británica.

En ese sentido, la revista **COMUNICACIONES Científicas y Tecnológicas** que hoy se presenta, constituye una brillante oportunidad para la comunidad científica local y regional de volver a contar con una senda para dar a conocer sus aportes a la ciencia, y no deja de representar un estímulo para nuestros jóvenes científicos de incursionar en el fascinante mundo de la publicación científica. La revista tiene acceso libre en sus formatos digital e impreso, y busca divulgar los aportes significativos al conocimiento en ciencias naturales y las tecnologías, para ello cuenta con un comité editor científico y un comité de científicos revisores especialistas en diferentes áreas de las ciencias naturales, que pertenecen a prestigiosas instituciones académicas y de investigación, con el propósito de cumplir los requerimientos de indización de las bases de datos bibliográficas y posicionarla en el ámbito internacional (tarea nada fácil).

Francisco Antonio Chicas Batres
Editor en jefe
Revista **COMUNICACIONES Científicas y Tecnológicas**

Referencias Bibliográficas

- Cetto A, JO. Gamboa. 2012. Los indicadores bibliométricos y los rankings de universidades. En: Seminario “Las universidades dominicanas frente a los rankings internacionales”. Santo Domingo: Universidad Autónoma de Santo Domingo, Octubre de 2012.
- Flores-Macal M. 1976. Historia de la Universidad de El Salvador. Anuario de Estudios Centroamericanos de la Universidad de Costa Rica. 2: 107-140.
- Gibbs W. 1995. Lost Science in the Third World. *Scientific American*. 273: 76-83.
- Monje-Nájera J. 2002. Como hacer ciencia en los trópicos. *Rev. de Biol. Trop.* 50 (3-4): 24-28.

Lecciones aprendidas en la implementación del Manejo Integrado Costero: las experiencias demostrativas del ecosistema Sabana-Camagüey, Cuba.

Alcolado¹ PM, D. Arellano².

1 Instituto de Oceanología, Ave. 1ra, No. 18406, Playa, Reparto Flores, Playa, La Habana, Cuba; alcolado@ama.cu

2 Agencia de Medio Ambiente, 47 entre 18 y 20a, Miramar, Playa, La Habana, Cuba; marell@ama.cu

Recibido: 06-XI-2014; Corregido: 20-III-15; Aceptado: 16-VI-15

Abstract: Lecciones aprendidas en la implementación del Manejo Integrado Costero: las experiencias demostrativas del ecosistema Sabana-Camagüey, Cuba. In the Sabana-Camagüey archipelago, Cuba, and its coastal marine areas, advances in the implementation of Integrated Coastal Management have been achieved through the establishment of Demonstrative Programs among other actions. For that, the execution of the “Sabana-Camagüey Ecosystem” UNDP/GEF Project during 20 years was decisive. Outstanding outcomes, applied strategies and actions, lessons learned, and their importance for protecting and sustainably use of biodiversity and for facing threats of both climate change and variability are described herein. Key actions were: (1) an intense and systematic stakeholder education, awareness and capacity building to key stakeholders about issues related to ICM and biodiversity since the beginning of the Project, at the involved national, province and municipality levels; as well as (3) a strong participation of key stakeholders (government, productive sectors, scientific and teaching institutions, communities, and non-governmental organizations). The governance process was based on the ECOCOSTAS/Coastal Resource Center-University of Rhode Island conception and methodology, including the application of the known MIC generation cycle, the four result orders, and the support from science and the best available knowledge. Recent results are provided about the application, by the UNDP/GEF Sabana-Camagüey Ecosystem Project, of an annual ICM operative performance self-assessment form. This was carried out in a participative way in seven ICM demonstrative Programs for the Sabana-Camagüey Ecosystem, which intervention areas were declared and certified as “Zones under Integrated Coastal Management Regime”. Each ICM program was led by the local government and had its particular composition and integration structure.

Keywords: Performance assessment, demonstrative experiences, stakeholder integration, lessons learned.

El Manejo Integrado Costero (MIC), como alternativa válida y recomendable para alcanzar el desarrollo sostenible (Olsen 2003a), adquiere una particular connotación en el contexto de los peligros del cambio climático que ya se hacen sentir notablemente en el medio marino y supralitoral. En Cuba el MIC está contemplado en la Estrategia Ambiental Nacional (CITMA 2007), así como en la Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción en la República de Cuba (Vilamajó et al. 1997), por lo que se le ha estado prestando especial atención. Para impulsar la asimilación de este proceso en Cuba, el ecosistema Sabana-Camagüey (Figura 1) ha constituido el ámbito de prueba e implementación demostrativa por medio del

proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey en sus tres etapas (Alcolado et al. 1999, 2007). La variedad de sus ecosistemas se refleja en una gran diversidad de la biota marina y terrestre (Alcolado et al. 2007). En ese contexto tienen gran pertinencia sectores productivos tales como la pesca, el turismo y el agropecuario-forestal. De manera más localizada se desarrollan actividades petroleras y portuarias. En el presente trabajo se documenta cómo se ejecutaron los pasos que condujeron finalmente al éxito y validez de la implementación demostrativa del MIC, y las lecciones aprendidas en el ecosistema Sabana-Camagüey y otras áreas el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

En municipalidades o grupos de éstas, se aplicaron el concepto, los pasos operativos y órdenes de resultados de Manejo Integrado Costero de GESAMP (1996), y los objetivos del MIC según Isobe (1997) y Olsen (2003a). Las acciones encaminadas hacia la introducción del MIC, como proceso para lograr la protección y el uso sostenible de la biodiversidad en Cuba, fueron ejecutadas en el marco del proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey, en sus tres etapas:

-Etapas I: proyecto CUB/92/G31 (1993-1997) "Protección de la biodiversidad y desarrollo sostenible en el Ecosistema Sabana-Camagüey".

-Etapas II: proyecto CUB/98/G32-CUB/99/G81 "Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el ESC" (1999-2004).

-Etapas III: proyecto 51311 "Potenciar y Sostener la Conservación de la Biodiversidad en tres sectores productivos del Ecosistema Sabana-Camagüey" (Desde 2009 y continúa hasta mediados de 2015).

El área de intervención del proyecto denominada Ecosistema Sabana-Camagüey (ESC), incluye el archipiélago del mismo nombre, su plataforma marina, las cuencas hidrográficas asociadas y la Zona Económica Exclusiva Marina. Este territorio se extiende a lo largo de aproximadamente 460 km del norte central de Cuba (Provincias de Matanzas, Sancti Spiritus, Villa Clara, Ciego de Ávila y Camagüey).

El proceso se inició con un fuerte énfasis en la educación y concienciación ambiental, y en la capacitación pertinente de los actores claves y la comunidad a través de una red de Centros de Creación de Capacidades implementados por el proyecto. De igual manera se trabajó en la imbricación del proyecto dentro del tejido institucional nacional y local (Municipios o grupos de municipios). De una forma u otra, han participado no menos de 60 instituciones nacionales en las tres fases del proyecto (Alcolado et al. 1999, 2007).

Como parte del Sistema de Evaluación y Monitoreo del proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey, se elaboró un formulario de auto-evaluación de desempeño operativo de MIC para su aplicación en el contexto del proyecto. Este formulario se basó en la propuesta de Cobb y Olsen (1994) citado y mostrado por Olsen et al. (1999), que fue adaptado al contexto de Cuba mediante frecuentes talleres y consulta a expertos. El mismo se basa en 37 indicadores distribuidos en cinco componentes de MIC: "Establecimiento del Programa", "Marco Institucional", "El Plan", "Implementación" y "Monitoreo y Evaluación". Éste es un formulario que es susceptible de ser mejorado y adaptado a las condiciones locales de cualquier lugar, fuera del ámbito del proyecto, donde se encuentra en proceso de ajustes y perfeccionamiento.

La auto-evaluación se aplicó en los siete Programas de MIC del Ecosistema Sabana-Camagüey indicados en la Figura 1 con la numeración del 3 al 9. Mediante la asignación de puntuaciones de 0 a 3 para cada indicador, se obtienen sub-totales para cada componente y una puntuación total. La auto-evaluación se llevó a cabo en el cuarto trimestre del año 2010 (Cuadro 1). En tres de esas localidades se contaba con evaluaciones de prueba realizadas en el tercer trimestre de 2009, lo que permitió comparar los puntajes de ambos años (Cuadro 2).

RESULTADOS

En el ESC se alcanzaron resultados de MIC de primer, segundo y tercer orden de la escala de GESAMP (1996) y Olsen (2003b). Entre los resultados de primer orden se sitúa la adopción formal del MIC como objetivo de implementación al nivel de país y local con una Resolución que está en elaboración. El MIC estaría apoyado por un sistema de evaluación externa y de certificación, definido por el momento, como Zonas Bajo Régimen de Manejo Integrado Costero (ZBRMIC), el cual que ha sido implementado por el entonces Centro de Información y Gestión Ambiental (CIGEA) del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Me-

dio Ambiente (CITMA), que actualmente se ocupa directamente del proceso. Para esa certificación se ha aplicado una planilla de “Evaluación de Implementación del Programa de Manejo Integrado Costero” para la certificación de la ZBRMIC. A diferencia de la

aplicada en la presente experiencia demostrativa, además de aspectos de desempeño, se incluye el cumplimiento de los planes de manejo. Hasta octubre de 2012 se habían aprobado y certificado 15, de las cuales 7 pertenecen al Ecosistema Sabana-Camagüey (Figura 1).

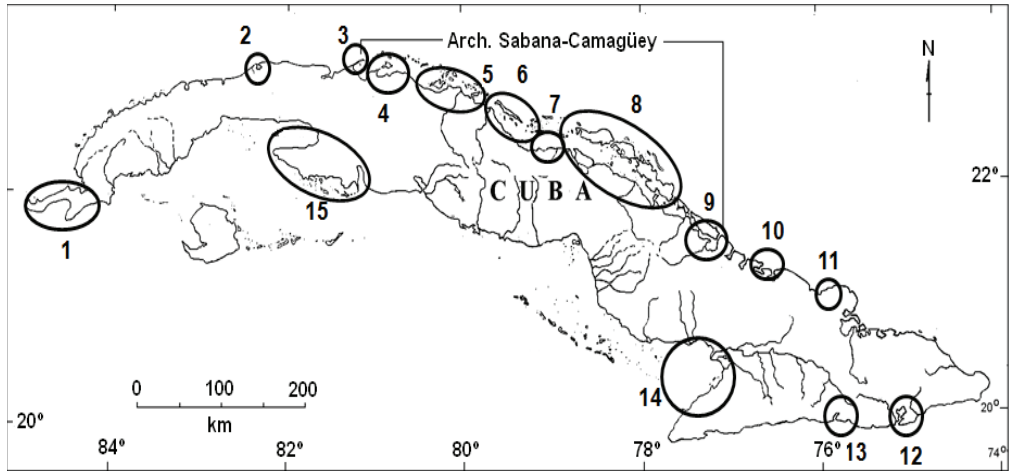


Figura 1. El archipiélago Sabana-Camagüey, al norte central de Cuba, zonas bajo Régimen de Manejo Integrado Costero en Cuba, hasta octubre de 2011. 1: Península de Guanahacabibes, 2: Bahía de la Habana, 3: Playa de Varadero, 4: Municipio Martí, 5: Zona Este de Villa Clara, 6: Zona Oeste de Villa Clara, 7: Municipio Yaguajay, 8: Gran Humedal (GH) del Norte de Ciego de Ávila, 9: Municipio de Nuevitas, 10: Bahía de Puerto Padre, 11: Cayo Bariay, 12: Bahía de Guantánamo, 13: Bahía de Santiago, 14: Golfo de Guacanayabo y 15: Ciénaga de Zapata. Fuente: CIGEA/CITMA 2015.

Por medio del proyecto Sabana-Camagüey también se logró la implementación de una Red de Centros de Creación de Capacidades para el MIC (CCC-MIC) en 13 municipios costeros del ESC y el mejoramiento del marco legal ambiental y la Estrategia Nacional Ambiental, entre otros resultados de Primer Orden, según la clasificación de Olsen, (2003c). Cada gobierno municipal aportó el local que ocupan; el proyecto facilitó el equipamiento, guía y capacitación pertinentes.

Como resultados de Segundo Orden merecen destacarse los cambios en los comportamientos de actores claves y en el uso de los recursos, como la prohibición de prácticas pesqueras nocivas (ya implementada para redes estacionarias y chinchorros de arrastre de fondo), empleo generalizado de plantas de tratamiento terciario de aguas servidas de instalaciones turísticas en los cayos, y en las inversiones en nuevos centros de estudios y

servicios ambientales en las cinco provincias del proyecto (dedicados a la investigación, monitoreo y actividades medioambientales).

Entre los resultados de Tercer Orden, se tienen cambios ambientales en algunas disminuciones locales de los niveles de contaminación (Disminución lograda mediante fertilización con aguas tratadas, montaje de tecnologías limpias en industria de bebidas alcohólicas, alimentos, muebles clínicos, controles, etc.), de salinización en importantes áreas de la plataforma marina, y mayor conservación de importantes poblaciones de flamencos, cocodrilos, y de plantas endémicas en áreas de los cayos antes amenazadas (Alcolado et al. 1999, Alcolado et al. 2007).

Los resultados del proceso de auto-evaluación de desempeño de MIC que llevan a cabo las autoridades de Manejo Integrado Costero en el marco del proyecto Sabana-Camagüey se muestran en los cuadros 1 y 2.

CUADRO 1

Porcentajes de puntuación de los indicadores de desempeño de MIC, alcanzados por cada territorio. Aparecen subrayadas las puntuaciones inferiores a 70, o sea las más deficientes.

Componentes	Autoridades de MIC						
	Varadero	Martí	W de Villa Clara	E de Villa Clara	Yaguajay	GHN Ciego de Ávila	Nuevitas
Establecimiento del programa	81	81	76	86	86	<u>67</u>	86
Marco institucional	83	89	72	<u>67</u>	72	<u>61</u>	83
El Plan	93	97	80	77	77	77	<u>60</u>
Implementación	80	<u>60</u>	<u>63</u>	73	77	<u>57</u>	<u>60</u>
Monitoreo y Evaluación	92	<u>67</u>	<u>58</u>	<u>67</u>	75	<u>58</u>	<u>67</u>
Porcentaje total	86	79	71	75	77	<u>65</u>	<u>69</u>

CUADRO 2

Comparación del desempeño operativo de MIC de los componentes entre 2009 y 2011 en tres Autoridades de MIC. Aparecen subrayadas las puntuaciones inferiores a 70.

Componentes	Autoridades de MIC					
	E de Villa Clara	E de Villa Clara	Yaguajay	Yaguajay	Nuevitas	Nuevitas
	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Establecimiento del programa	76	86	<u>52</u>	86	71	86
Marco institucional	<u>39</u>	<u>67</u>	<u>56</u>	72	<u>50</u>	83
El plan	73	77	<u>50</u>	77	<u>53</u>	<u>60</u>
Implementación	<u>67</u>	73	<u>50</u>	77	<u>50</u>	<u>60</u>
Monitoreo y evaluación	<u>67</u>	<u>67</u>	<u>33</u>	75	<u>67</u>	<u>67</u>
Porcentaje total	<u>66</u>	75	<u>49</u>	78	<u>57</u>	<u>69</u>
Cambio (puntos)	9		29		12	

Los puntajes se refieren a un valor máximo de 100 correspondientes a los porcentajes de puntos acumulados con respecto al máximo posible por componentes de MIC y, como total, por todos los componentes juntos. En las tres autoridades de MIC evaluadas en los años 2009 y 2010 se observaron avances importantes en su desempeño operativo, como se muestra en los casos ejemplificados en el presente artículo.

DISCUSIÓN

Ha sido un elemento clave en el logro de la adopción del MIC como herramienta de gestión, que el proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey se haya ejecutado en sus tres fases con plena inserción en el tejido institucional del país, y no como una entidad independiente paralela con intenciones de obtener resultados “desde afuera”. En un principio, al concluir la segunda etapa del proyecto, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) se tuvo como propósito

crear el Órgano de Manejo Integrado Costero para el Ecosistema Sabana-Camagüey (OMIC/ESC). Luego, la práctica sugirió que a esa escala geográfica no iba a ser posible la implementación del MIC en todo el ESC a corto plazo, y gracias al grado de madurez alcanzado en los gobiernos locales y los sectores participantes, se pasó rápidamente a la implementación de órganos locales con extensiones territoriales ajustada a sus contextos. Estos se denominaron provisionalmente “autoridades de MIC” regidas por los gobiernos municipales. Como meta futura se intentará alcanzar la integración funcional de estas “autoridades” locales para actuar al nivel del Ecosistema Sabana-Camagüey. Por el momento existe interacción entre Autoridades de MIC (AMIC) para dirimir asuntos que trascienden sus límites territoriales.

Estas AMICs se han estado implementando al nivel de las zonas denominadas y certificadas como Zonas Bajo Régimen de Manejo Integrado Costero (ZBRMIC) dirigidos por los gobiernos locales. En el resto del país, otros gobiernos locales han estado optando por el MIC y aspiran a vencer el proceso de declaración y certificación del ZBRMIC o la entidad alternativa que se defina oficialmente, quizás en un futuro cercano. En ese sentido, se trabaja en un borrador de Resolución de MIC que con la participación del proyecto está en fase análisis y perfeccionamiento por la Dirección de Medio Ambiente (CITMA). Igualmente se analizan las vías para el futuro financiamiento sustentable de la implementación del MIC y de los procesos pertinentes.

Merece mencionarse que de manera imprevista los Centros de Creación de Capacidades de MIC han actuado en sus respectivos municipios como brazos ejecutivos y facilitadores de los gobiernos locales en la implementación del Manejo Integrado Costero. En todos los casos fueron los gobiernos locales los que han aportado el inmueble donde operan estos centros y los costos asociados a su financiamiento.

El proceso de auto-evaluación de desempeño de MIC que han llevado a cabo, con el presente formulario de evaluación de desempeño, las “Autoridades” de MIC del área del

proyecto Sabana-Camagüey reflejan que los tipos de dificultades o limitaciones más repetidos (Puntuaciones inferiores a 70) corresponden a los componentes de “Implementación” y de “Monitoreo y Evaluación” (Cuadro 1). Particularmente, estos dos componentes demandan un financiamiento considerable; de ahí la importancia de incorporar cuanto antes mecanismos y herramientas de financiamiento para la conservación como componente del progreso y la sostenibilidad de la implementación del MIC al terminar el proyecto en 2015, como son los que se promueven y prueban en el proyecto Sabana-Camagüey. Esta auto-evaluación ha mostrado avances significativos en los tres casos que fueron evaluados dos años consecutivos (Cuadro 2).

Evaluaciones posteriores cuyos resultados no se incluyen en el presente trabajo, sostienen esa tendencia, aunque como es de esperar, con incrementos más discretos. Los cambios positivos más importantes en la puntuación se obtuvieron en las Autoridades con menor puntuación inicial, lo que en gran parte puede deberse a que en la medida que se avanza en la implementación de MIC, los indicadores que van quedando pendientes son más difíciles de cumplir, y eso debe ser tomado en cuenta en las expectativas de las evaluaciones posteriores, y en el hecho que las metas que van quedando, suelen ser las más difíciles de alcanzar.

La maduración del contexto social necesario para la implementación del MIC se ha logrado, al iniciarse con un intenso y sistemático proceso de educación, concienciación y capacitación sobre temas pertinentes al MIC, la biodiversidad, la sostenibilidad y el Medio Ambiente; mediante plegables, tabloides, cuadernos, talleres, conferencias impartidas por expertos nacionales e internacionales, uso de medios de comunicación, entre otros. Este proceso fue llamado eufemísticamente “Ablandamiento artillero”.

En el contexto actual de las amenazas de la variabilidad del clima y el cambio climático, las AMICs, con el apoyo de los Centros de Creación de Capacidades para el MIC, han mostrado constituir una herramienta poderosa y efectiva en el establecimiento

e implementación de estrategias y acciones para la conservación de la biodiversidad en paisajes tanto protegidos como productivos (Pesquero, turístico y agropecuario-forestal), y para el enfrentamiento a los peligros, junto con el Estado Mayor de la Defensa Civil.

El proyecto ha demostrado cómo se aprende y crean capacidades para el MIC sobre la marcha, haciendo y actuando de manera conjunta con todos los interesados o involucrados en los asuntos claves. Si bien se palpan los avances significativos expuestos, hay conciencia de que todavía queda mucho más por lograr, como lo relativo al perfeccionamiento del proceso de toma de decisiones a través de una mayor consulta con la comunidad y con los actores claves, mayor equidad entre sectores y partes en la toma de decisiones, mejor control en el cumplimiento de la legislación ambiental, y actualización y mejoramiento de las regulaciones sectoriales, entre otros aspectos. Nuevos retos primordiales, de cierta inmediatez, son lograr la sostenibilidad financiera y conformación oficial definitiva de las AMICs y avanzar hacia la implementación de una entidad o mecanismo integrador de MIC al nivel de todo el Ecosistema Sabana-Camagüey, que concilie el enfoque de ecosistema y el accionar de las AMICs locales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al PNUD/GEF por haber dado a Cuba la oportunidad de iniciar e implementar procesos de alta trascendencia y utilidad para la protección y el desarrollo sostenible en el Ecosistema Sabana-Camagüey. Su contribución fue un efectivo catalizador de los valiosos resultados alcanzados y en ejecución por el proyecto PNUD/GEF Sabana-Camagüey durante sus tres fases.

Igualmente, se reconoce la valiosa información aportada por quienes estuvieron a cargo de las auto-evaluaciones locales de desempeño de MIC: Dr. Juan Alfredo Cabrera e Ing. Daniel Martínez Sáez (Oficina de Manejo Integrado Costero-Playa de Varadero, del Centro de Servicios Ambientales de Matanzas), MSc. Edelkis Rodríguez Moya (Centro de Es-

tudios y Servicios Ambientales de Villa Clara), Ing. Rolando López Menéndez (Centro de Estudios y Servicios Ambientales de Villa Clara y Centro de Creación de Capacidades de MIC Oeste-Sagua la Grande), MSc. Leonor Méndez Herrera (Delegación Territorial del CITMA de Sancti Spíritus y Centro de Creación de Capacidades de MIC-Yaguajay), MSc. Sady Pantoja Águila (Delegación Territorial del CITMA en Morón, Ciego de Ávila y Centro de Creación de Capacidades de MIC-Morón) y a la MSc. Jorgelina Moré Fundora (Unidad de Medio Ambiente de Nuevitas y Centro de Creación de Capacidades de MIC-Nuevitas). También se agradece de manera especial la valiosa contribución del Dr. Ángel Alfonso de la Unidad de Medio Ambiente de la provincia de Matanza, por liderar las actividades del proyecto en dicha provincia, con especial incidencia de las acciones de MIC.

RESUMEN

En el archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba, y sus áreas marino-costeras, se ha logrado un avance importante en la implementación del Manejo Integrado Costero (MIC) a través del establecimiento de Programas Demostrativos de implementación al nivel de municipios. Para ello fue decisiva la ejecución del proyecto PNUD/GEF Ecosistema Sabana-Camagüey durante casi 20 años. Se describen logros destacados, estrategias y acciones aplicadas, lecciones aprendidas y la importancia de estas para la protección y uso sostenible de la biodiversidad y el enfrentamiento de los peligros de la variabilidad del clima y el cambio climático. Fueron claves: (1) una intensa y sistemática educación, concienciación y capacitación de los actores claves, en temas pertinentes al MIC y a la biodiversidad, desde el comienzo del proyecto, a nivel nacional, provincial y municipios involucrados; (2) la inserción de la ejecución del proyecto dentro del tejido institucional del país; y (3) una fuerte participación de los actores claves (gobiernos, sectores productivos, instituciones científicas y docentes, comunidades y organizaciones no gubernamentales). El proceso

de gobernanza de MIC se basó en la concepción y metodología de ECOCOSTAS/Coastal Resource Center-University of Rhode Island, incluyendo la aplicación del conocido ciclo de generación de MIC, los cuatro órdenes de resultados, y el apoyo en los resultados de la ciencia y en el mejor conocimiento general disponibles. Se brindan los resultados recientes de la aplicación, por el proyecto PNUD/GEF Ecosistema Sabana-Camagüey, de un formulario de autoevaluación anual de desempeño operativo de MIC. La misma se realizó de manera participativa en siete Programas demostrativos de Manejo Integrado Costero para el Ecosistema Sabana-Camagüey, cuyas áreas de intervención fueron declaradas y certificadas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, como "Zonas bajo régimen de Manejo Integrado Costero". Cada programa de MIC estuvo conducido por el gobierno local y tuvo su estructura particular de composición e de integración.

Palabras claves: Evaluación de desempeño, experiencias demostrativas, integración de sectores, lecciones aprendidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcolado PM, García EE, Arellano-Acosta M. 2007. Ecosistema Sabana-Camagüey: Estado actual, avances y desafíos en la protección y uso sostenible de la biodiversidad. Editorial Academia, La Habana, Cuba.
- Alcolado PM, García EE, Espinosa N. 1999. Protecting Biodiversity and Establishing Sustainable Development in the Sabana-Camagüey Archipelago. GEF/UNDP Project Sabana-Camagüey CUB792/G31. CESYTA S. L., Madrid, España.
- CITMA. 2007. Estrategia Ambiental Nacional. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Habana, Cuba.
- Cobb LK y Olsen SB. 1994. The CRM Program effort, assessment, planning, monitoring, and evaluation tools. Manuscrito (Citado por Olsen et al. 1999).
- GESAMP 1996. "The Contributions of Science to Integrated Coastal Management". GESAMP Reports and Studies. Roma, Italia.
- Isobe M. 1997. "A Theory of Integrated Coastal Zone Management in Japan". Department of Civil Engineering, Universidad de Tokyo. Tokyo, Japán.
- Olsen SB. 2003a. Crafting Coastal Governance In a Changing World. Coastal Management Report #2241. U.S. Agency for International Development and the University of Rhode Island Coastal Resources Center. New England, Unites States.
- Olsen SB. 2003b. Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives. *Ocea. Coast. Manag.* 46: 348-361.
- Olsen SB. 2003c. Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives. *Ocea. Coast. Manag.* 46: 347-361.
- Olsen SB, Lowry K, Tobey J. 1999. Una Guía para Evaluar el Progreso en el Manejo Costero. Proarca-Ecocostas. Guayaquil, Ecuador.
- Vilamajó D, Vales MA, Capote RP, Salabarría D, Guzmán JM. 1997. Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción en la República de Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Habana, Cuba.

Población anidante e impacto en la pesca artesanal del cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* (Suliformes:Phalacrocoracidae), en el sitio Ramsar Cerrón Grande, El Salvador.

Herrera¹ N, J. Hernández², I. Vega³, L. Samayoa⁴.

- 1 Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Ecosistemas y Vida Silvestre. Calle y Colonia Las Mercedes, Plantel ISTA, km 5 ½ carretera a Santa Tecla, San Salvador; herrera.nestor@gmail.com
- 2 Fundación Ayuda en Acción, Av. 15 de septiembre y 4 Calle Oriente Barrio Concepción, Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador; jherrera@ayudaenaccion.org
- 3 Programa Jóvenes Talento, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador; sheldavega@yahoo.com
- 4 Maestría en Gestión del Agua, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador; lyasamayoa21@gmail.com

Recibido 13-III-2015; Corregido 18-V-15; Aceptado 03-VI-15

Abstract: Población anidante e impacto en la pesca artesanal del cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* (Suliformes:Phalacrocoracidae), en el sitio Ramsar Cerrón Grande, El Salvador. The neotropical cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) is a species of waterfowl abundant in the wetlands of El Salvador. Fish predation on aquatic ecosystems is generating a conflict with fishermen that associating declining fishing with predatory behavior of this bird. From April 2010 to February 2011, an investigation was conducted aimed at knowing the state of the population of *P. brasilianus* in the Ramsar wetland Cerron Grande, El Salvador. The study was conducted through counting and collecting of birds, to analyze the stomachic contents. The maximum recorded was 28.063 individuals and 3,000 breeding pairs. 266 birds were collected, on 207 it found fish in their stomachs, whose individual weight ranged from 2-307 g \pm 52 g. A total of 1,078 fish specimens was found, from ten species, four of them obtained the highest values of abundance: bagre (*Cathorops steindachneri*) with 29%, followed by guapote (*Parachromis managuensis*) with 25%, tilapia (*Oreochromis niloticus*) with 22% and plateada (*Astyanax aeneus*, *Roebooides bouchellei*) with 31%.

Key words: Artisanal fisheries, Wetlands, Invasive species, Cerrón Grande, *Phalacrocorax brasilianus*.

El cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*), conocido en El Salvador como pato chanco, pertenece a un grupo de aves gregarias distribuido desde el sur de los Estados Unidos hasta Cabo de Hornos en Argentina (Telfair y Morrison 1995). Machos y hembras tienen plumajes similares de color negro brillante, no presentan dimorfismo sexual y miden de 61 a 74 cm de largo. Los machos adultos pesan de 1000 a 1500 g y las hembras de 50 a 100 g menos, a partir del segundo año de vida alcanzan la madurez sexual (Malacalza y Navas 1996). Se reproducen en colonias aunque la construcción del nido, incubación y cuidado de crías, se realiza a nivel de la pareja progenitora (Stiles y Skutch 2003).

Su alimentación es básicamente piscívora y de forma oportunista (Hernández-Vásquez

2000), evolucionado para la pesca, vuela cerca del agua con aleteos uniformes, nadan y bucean normalmente en grupos que avanzan en línea y conducen a los peces a aguas poco profundas, donde se zambullen para alimentarse; pescan en horas del día de forma individual o en bandadas (Stiles y Skutch 2003, Nasca et al. 2004).

En El Salvador, durante las décadas de 1970 y 1980, la especie estuvo incluida en la Lista Nacional de Especies Amenazadas, debido a la reducción de sus poblaciones por la pérdida de colonias de anidación por cacería y perturbación de hábitats en los humedales (Thurber et al. 1987, Komar 1998). En ese sentido, se han realizado estudios sobre la dieta y anidación de *P. brasilianus* (Cruz 1981, Karine et al 2001, Morales-Zúñiga y Johnston-González 2001, Terroba 2002,

Cifuentes 2005, Herrera et al 2008, Vega 2009). Según Vega (2009) la dieta del pato chanco está compuesta por siete especies de peces, de las cuales la plateada *Astyanax aeneus* fue encontrada en mayor porcentaje con 67%, seguido por el bagre *Cathorops steindachneri* con 16% y la plateada *Roeboidea bouchellei* con 10%, el promedio de consumo es 48.32g/individuo. Sin embargo no se ha analizado el impacto económico que genera esta especie a la pesca artesanal, únicamente se indica que disminuyen las poblaciones de peces (Conde-Tinco e Iannacone 2013).

La pesca artesanal en el embalse Cerrón Grande genera una producción anual superior a 1.5 millones de kg, esto la convierte en el rubro económico más importante de la zona, aún mayor que la agricultura de subsistencia, emplea a más de ocho mil pescadores (CENDEPESCA 2006), quienes consideran al cormorán una amenaza a las pesquerías locales, porque según ellos, el consumo de peces que realiza es tan alto, que provoca serias pérdidas económicas al sector.

La información existente sobre esta situación, se limita a observaciones de grupos o parejas alimentándose, y parejas alimentando a sus crías en colonias de anidación, pero no se cuenta con suficiente información que permita identificar y cuantificar los componentes de la dieta de *P. brasiliensis* y evaluar su impacto en la producción pesquera local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El Cerrón Grande es un embalse construido entre 1973 y 1976 con el propósito de generar energía hidroeléctrica, tiene una superficie de 135 km². Se ubica en el tramo medio del río Lempa entre 200-430 msnm (14°05'N, 89°04'O), pertenece a los municipios de Suchitoto, El Paraíso, departamentos de Cuscatlán y Chalatenango respectivamente (Figura 1). Alcanza su cota máxima al final de la estación de lluvias (octubre), a partir del mes de diciembre comienza a bajar el nivel del agua hasta formar playones expuestos y lagunas estacionales. En el 2005 fue declarado Sitio Ramsar ya que funciona

como lugar de alimentación, cría y descanso de una alta diversidad de aves acuáticas, tanto residentes como migratorias. En el año 1970, se introdujo en el país varias especies de peces de agua dulce comerciales, con el objeto de mejorar la producción pesquera y desarrollar la acuicultura continental. Las especies introducidas fueron la tilapia *Oreochromis niloticus* y el guapote *Parachromis managuensis*, en el año 1980 se introdujeron la carpa china *Cyprinus carpio*, y las especies *Aristyctys nobilis* y *Hipophthalmichthys molitrix* (Vásquez et al. 2001). El Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA) y los gobiernos municipales de la ribera del embalse Cerrón Grande, realizan siembras periódicas de alevines de guapote y tilapia para mejorar la producción pesquera del humedal.

Métodos de campo

Estimación de la población. Se realizaron cinco censos mensuales, en abril, mayo, junio, julio y agosto de 2010, mediante tres equipos de trabajo que recorrieron simultáneamente el embalse en rutas establecidas, cubriendo tres sectores. Los censos se iniciaron entre las 7:00 y 8:00 de la mañana y finalizaron al mediodía (12:00), con un promedio de observación de cuatro horas. En septiembre y diciembre de 2010 no se realizaron censos, debido a la dificultad de navegar en el embalse por el crecimiento desenfrenado de la planta acuática lirio de agua (*Eichornia crassipes*). El humedal fue recorrido manteniendo una distancia de ± 50 m de la orilla, a una velocidad constante (0.5 km/h), contabilizando el número de ejemplares observados en la ruta. Para bandadas de gran tamaño, se tomaron videos que luego fueron reproducidos para hacer el conteo de manera indirecta en el laboratorio.

Anidación de la especie. Se visitaron las islas identificadas como sitios de anidación de cormoranes (Ibarra Portillo et al. 2005, Herrera et al. 2008), entre ellas Isla de Los Pájaros (14°00'N, 89°01'O) y La Leona (13°59'N, 89°01'O), Municipios de San Luis del Carmen y Chalatenango, Isla Chacalingo

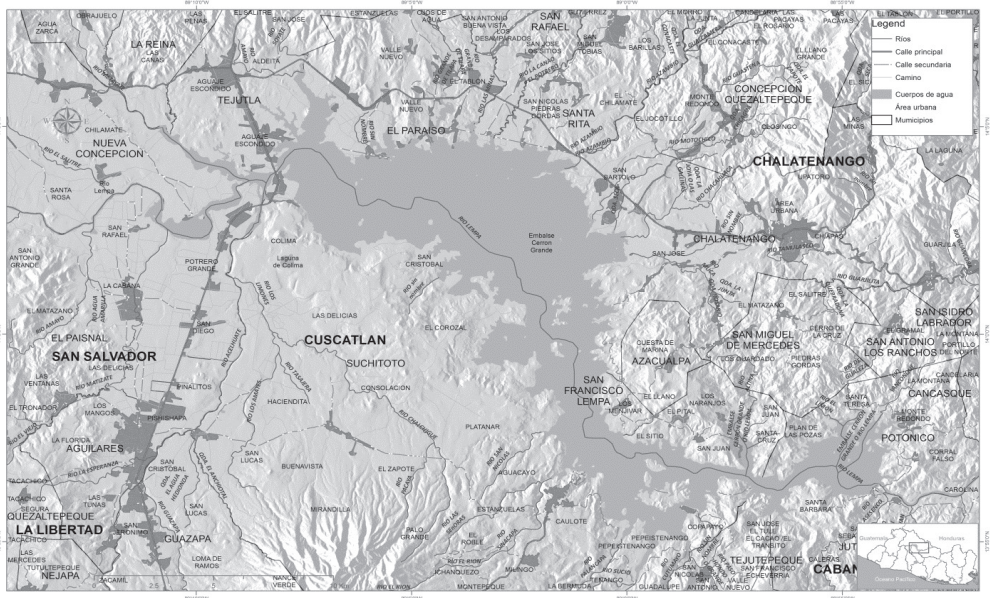


Figura 1. Mapa General del Sitio RAMSAR Embalse Cerrón Grande, Departamentos de Chalatenango y Cabañas, El Salvador. Fuente: MARN (2010).

frente a Colima, Municipio de Suchitoto (14°02'N, 89°06'O) e Islas de Potonico, Municipio de Potonico (13°57'N, 88°54'O), de igual forma se visitaron los sitios/islas de menor tamaño: El Cóbano (14°02'N, 89°01'O), La Angostura (14°03'N, 89°02'O), El Tablón (14°02'N, 89°04'O), El Zope (14°02'N, 89°02'O), La Trinidad (13°56'N, 88°59'O) y Copapayo (13°56'N, 88°58'O) En las islas donde se observó anidación, se contabilizó el número de nidos, la especie de árbol ocupado, el número de nidos por árbol y el número de parejas presentes. Se buscó la presencia de competidores y depredadores, incluyendo búsqueda de reptiles y mamíferos.

Recolecta y estudio de cormoranes. Se realizaron recolectas mensuales de ejemplares, entre abril de 2010 y febrero de 2011, mediante el uso de escopetas calibre 12 mm y rifles de aire comprimido calibre 22 mm, los cormoranes se encontraron en dormideros, sitios de descanso, sitios de alimentación, en vuelo y/o mientras nadaban y se recolectaron en forma individual, en parejas, en grupos o en grandes concentraciones. El peso total (g)

de cada individuo se tomó con báscula digital CS 2000, y con pie de rey y regla graduada en mm, se registraron datos morfométricos de longitud total, longitud del pico, longitud de la corona, ancho del pico, ancho de la corona y longitud del tarso, además se anotó el estado reproductivo y sexo. Todos los ejemplares fueron disectados para obtener peso del estómago, número y peso de las presas.

Los datos numéricos fueron procesados con estadística descriptiva y se hicieron análisis de varianza y prueba de hipótesis con la frecuencia de las presas encontradas en los meses de muestreo, para ello se utilizó el programa estadístico Statgraphics Centurion XV. Las especies de peces fueron preservadas en alcohol 90% e identificadas de acuerdo con las claves taxonómicas de (Gonzales 1995, Núñez 2005). Los especímenes de referencia fueron depositados en el Museo de Historia Natural de El Salvador (MUHNES). El valor comercial de los peces fue obtenido con base en el precio de venta en el sitio de desembarque, los valores por debajo un kilogramo se expresarán en g.

RESULTADOS

Los cormoranes habitan el área de estudio del Cerrón Grande de forma permanente, sin embargo es evidente que experimentan movimientos locales que provocan fuertes variaciones en su abundancia, ya que en abril y mayo se encontró el mayor número de in-

dividuos, logrando contabilizar hasta 28,063 ejemplares; sin embargo en julio esa cantidad se vio reducida a poco más de 10,000 individuos (Figura 2). Las aves se concentraron en islas dormitorio y/o playones de descanso, del complejo insular El Cabralón, Isla Chacalingo, Rincón de la Hacienda, El Naranjal, Isla El Zoque, El Jiote, Isla Arenero e isla Los Pájaros.

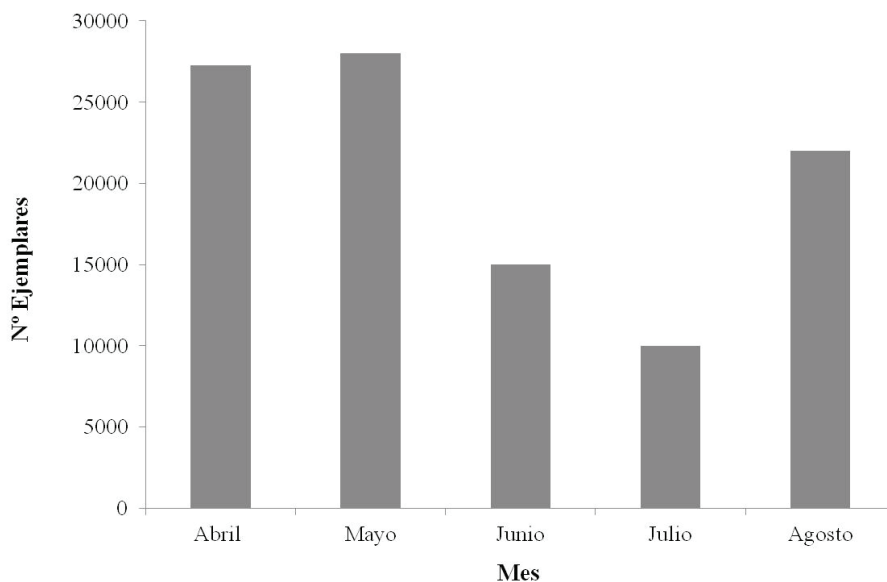


Figura 2. Censos mensuales de cormoranes en embalse Cerrón Grande, Departamentos de Chalatenango y Cabañas, El Salvador.

La anidación se registró únicamente en las islas de Potonico, el 27 de octubre se encontró 967 nidos activos y entre 100 a 150 en construcción y se contabilizó también 3,000 parejas reproductoras. El acceso a las islas de Potonico, ubicadas al sur-este del embalse se vuelve difícil por la acumulación de plantas acuáticas flotantes. La isla de Los Pájaros, ubicada en la parte central del Embalse no registró anidación durante 2010, solamente la usaron como dormitorio y sitio de descanso. Similar situación se observó en la isla Chacalingo, no obstante, el uso de estas islas como áreas de anidación no se descarta.

Se recolectaron 266 ejemplares, el 79 % fueron adultos y 21% juveniles, el 52 % fueron machos, 47% hembras y al 1% no fue posible

determinarle el sexo, por presentar daños en las gónadas producto de los disparos con escopeta.

Se analizó un total de 266 estómagos, de los cuales en 207 se encontraron con alimento, mientras que 59 estómagos estaban vacíos. En la dieta de los cormoranes se encontraron diez especies de peces, la presa que presentó mayor volumen fue *C. steindachneri* con 3.07 kg, seguido de *P. managuensis* con 2.6 kg, *O. niloticus* con 2.4 kg, *A. aeneus*, *R. bouchellei* con 2.25 kg, *Amphilophus macracanthus* 0.17 kg y *Amatitlania nigrofasciata* 0.14 kg, un total de 1.67 kg correspondió a biomasa no identificada.

El promedio de consumo de peces es 49.5 g \pm 52.59 g. El máximo valor encontrado por

individuo fue 307 g, mientras que el menor corresponde a 2 g. La mayoría de cormoranes están consumiendo entre 2 y 100 g de pescado (n=165), otros 30 mostraron consumos entre 10 y 160 kg, y solamente 12 presentaron más

de 160 g (Figura 3).

Se encontró un total de 1,194 individuos de peces en los estómagos, *A. aeneus* fue la especie más frecuente, con 741 individuos, mientras *A. nigrofasciata* y *A. macracanthus*

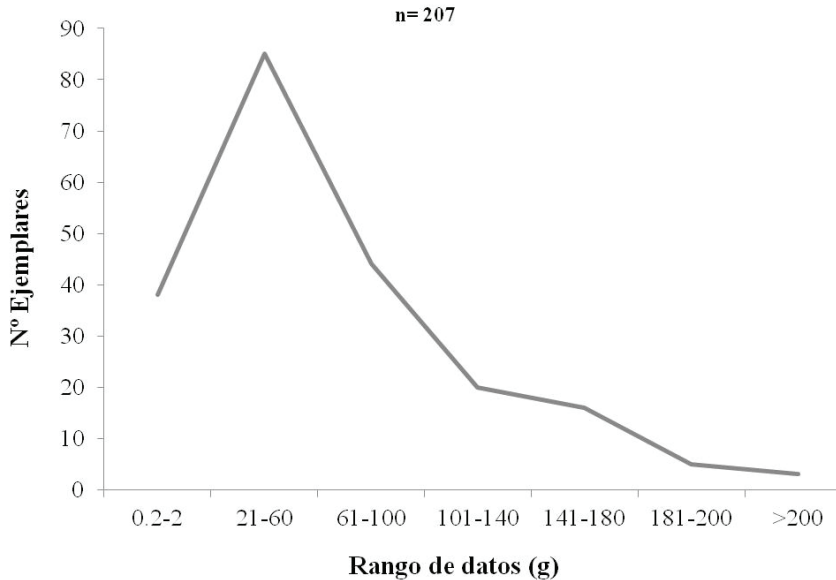


Figura 3. Rangos de pesos (gr) encontrados en cormoranes en el Embalse Cerrón Grande, Departamentos de Chalatenango y Cabañas, El Salvador.

son menos abundantes con 12 y 16 respectivamente (Cuadro 1); en octubre se encontraron dos especies, *C. trimaculatum* y *A. guatemalensis*, los ejemplares provenían de la zona de Copapayo, estas especies no fueron incluidas en los análisis. El Análisis de varianza encontró diferencias significativas ($p < 0.05$). Los datos indican que 266 ejemplares consumieron 114 g de pescado al día, lo que equivale a un valor \$10.74 de acuerdo con el precio del pescado en los lugares de desembarco (Cuadro 2).

DISCUSIÓN

La población de cormoranes está aumentando de manera exponencial, situación mostrada a partir de los datos de referencia de estudios previos. Herrera et al (2008) registraron entre 11,000 y 15,700 ejemplares en

el año 2004, por su parte, Vega (2009) estimó la población en 22,810 individuos, es evidente que el incremento llegó hasta duplicar la población en un lapso de 10 años, al contabilizar en este estudio 28,063 ejemplares. Es posible que el aumento poblacional se debe a la alta disponibilidad de alimento en el embalse, que favorece la reproductivo de esta especie, además en las islas donde anidan o duermen estas aves, no se encontró evidencia de la presencia de *Boa constrictor* o *Masticophis mentovarius*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Didelphis marsupialis* y *D. virginiana*, reconocidos depredadores de huevos y pichones de aves y que han sido observados con frecuencia en otros humedales que tienen mejor estado de conservación, como el caso de laguna El Jocotal, El Salvador (Herrera, Obser. Pers.).

Según Herrera et al. (2008), las mayores

concentraciones de cormoranes en enero y marzo, mientras que en mayo se observó una disminución con respecto a los demás meses, no obstante, en este estudio el mayor número de individuos se registró en abril y mayo,

de igual forma se experimentó una baja en la abundancia en junio y julio, esta situación podría estar influenciada por desplazamientos locales al sur del Embalse.

En la visita realizada el 27 de octubre a las

CUADRO 1

Número de ejemplares de peces encontrados en los cormoranes recolectados en el embalse Cerrón Grande, Departamentos de Chalatenango y Cabañas, El Salvador.

Especie	Abr	May	Jul	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Feb	Total
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	2					6	2	6			16
<i>Amphilophus macracanthus</i>	3	1	2	2	1	3					12
<i>Ariopsis guatemalensis</i>							1				1
<i>Astianax aeneus</i> , <i>Roeboides bouchellei</i>	5	43	5	162	40	334	76	39		37	741
<i>Cathorops steindachneri</i>		26				1	5	94	1	11	138
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>							1				1
<i>Parachromis managuensis</i>	11	2	6	29	8	25	7	6	4	5	103
<i>Oreochromis niloticus</i>	11	16	4	5	4	6	4	3	7	7	67
<i>Poecilia sphenops</i>						1			3		4
Totales	32	88	17	198	53	371	96	148	15	60	1,078

islas de Potonico, se estimó la población de reproductores en 3,000 individuos, y se contabilizaron 967 nidos, en construcción o inicio de ocupación. Lo anterior comprueba que al igual que la población de adultos, el número de nidos ha aumentado desde 2004. En el 2000 se registraron 70 nidos en la Isla de Los Pájaros, en 2001 este número aumentó considerablemente a 205, posteriormente en 2003 se dio un crecimiento exponencial de hasta 2,359 nidos, este número decreció en 2007 con 925 nidos (Herrera et al. 2008).

Otro hecho relevante observado es la anidación tardía, comportamiento que no se conocía para esta especie en El Sal-

vador, ya que se había definido el periodo de anidación de abril a octubre (Herrera et al. 2008), el cual se amplía de octubre a febrero. La colonia encontrada en estas islas, está muy aislada y es de difícil acceso por el cinturón de vegetación flotante de lirio de agua (*Eichornia crassipes*) que se forma en esta parte del embalse, ya que durante el estudio, las aves habían abandonado la Isla de Los Pájaros, que era el sitio en donde anidaban hasta 2007 (Herrera et al. 2008), lo cual fue influido por la pérdida de los árboles donde se construyen los nidos. Esto se sustenta en la observación de árboles muertos o con evidente pérdida de follaje y ramas,

debido a la sobrecarga de heces de cormoranes, que de forma corrosiva dañan las especies arbóreas. Este carácter favorecerá que las colonias reproductoras se muevan a otros sitios en detrimento de la cobertura boscosa de las islas.

La dieta del cormorán está conformada por especies de peces que se producen en el mismo embalse que tienen valor comercial,

esto representa pérdidas económicas a los pescadores. El bagre, guapote, tilapia y plateadas fueron consumidas en mayor volumen, también fueron las más frecuentes, quizá por el tamaño pequeño de las especies. En este contexto, Vega (2009) identificó siete especies de peces en 84 cormoranes colectados, encontrando que plateada (*A. aeneus*) fue la especie

CUADRO 2

Volumen de peces consumidos (kg) por los cormoranes y su valor (USD\$) en el mercado local del Embalse Cerrón Grande, Departamentos de Chalatenango y Cabañas, El Salvador.

Especies	Peso (g) encontrado	Consumo (g/día)	Valor (\$/kg) desembarque	Valor (\$/kg) Consumo/Cormorán
<i>Parachromis managuensis</i>	226	33	1.65	3.73
<i>Oreochromis niloticus</i>	214	27	1.35	2.89
<i>Amphilophus macracanthus</i>	16	20	0.1	0.02
<i>Astianax aeneus</i> , <i>Roeboides bouchellei</i>	211	26	1.3	2.74
<i>Cathorops steindachneri</i>	299	90	0.45	1.34
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	4	10	0.05	0.02
Biomasa No ID	166	166		
	1139	114	4.	10.74

con mayor porcentaje del contenido estomacal representando más del 67% del total de estómagos, seguido por el bagre (*C. steindachneri*) con 16%, la plateada (*R. bouchellei*) con 10% y tilapia (*O. niloticus*) con 9%. No obstante, las metodologías y recursos fueron diferentes, ya que Vega (2009) solo recolectó bandadas alimentándose.

En total se obtuvo un promedio de 0.49 Kg de consumo de peces por cada Cormorán que al extrapolar indica una tasa de consumo de 1,470 kg/día, que representaría el 33% del

desembarque en ese sector (CENDEPESCA, 2006), sin embargo el año de referencia solo incluye información de los pescadores que informan volúmenes de pesca para obtener un permiso de movilización fuera del área del humedal (M. Chavarría, Com. Pers), por tanto los volúmenes de daño podrían ser menores.

Se evidencia un impacto socio económico generado por el aumento poblacional de *P. brasiliensis*, sin embargo, no es la única causa de pérdida en la pesca del Embalse. Vega

(2009) menciona que las especies de peces capturadas con mayor frecuencia eran bagre y mojarra, en la actualidad la pesca están compuestas en su mayoría por guapote y tilapia, mientras que el cormorán prefiere bagre y plateada, aunque también recurre a alimentarse de las especies exóticas *P. managuensis* y *O. niloticus* que tienen mayor valor económico y ahí el conflicto que genera con los pescadores artesanales de la zona.

Por otra parte, existe una pérdida de profundidad efectiva del embalse, que afecta la calidad del agua principalmente por la disminución del oxígeno disuelto, esto afecta a las especies bentónicas como el bagre y otras que normalmente permanecen en una zona intermedia de la columna, que migran a la superficie donde la disponibilidad de oxígeno es mejor (J. Monterrosa, com. pers.) y eso facilita la captura por parte de los cormoranes (Vega 2009).

La variación temporal de la dieta del cormorán indica el carácter generalista de la especie y sugiere su adaptación a las condiciones y fluctuaciones que experimentan las poblaciones de peces (Barquete et al. 2008), esta plasticidad revela la habilidad del cormorán en ajustar su comportamiento de acuerdo con los cambios ambientales, mostrando un patrón de especie generalista y especialista, que le confiere importancia como especie resiliente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo brindado por Misael Chavarría, Franklin López y Tyron Quezada de CENDEPESCA, así mismo a Elías Escobar de PRISMA, al Comité Interinstitucional del Humedal Cerrón Grande (CIHCG) por su apoyo logístico. Apreciamos el apoyo de los cazadores deportivos: Juan Pablo Domínguez, Carlos Roberto Romero, Iván Meléndez y Rudy Platero, estos últimos de la Asociación de Cazadores de El Salvador (ACASAL). Agradecemos a nuestros colegas Jeremías Yanes, Blanca Wendy Toledo, Paola Santillana, José Salgado, Geovanni García, Luis Pineda, Luis Henríquez y Yolanda Barre-

ra por apoyarnos en el levantamiento de datos de campo. Apreciamos los aportes de Jeanette Monterrosa para mejorar el manuscrito. La Fundación Zoológica de El Salvador, Yesenia Peñate, Roberto Rivera, y René Serrano, brindaron apoyo logístico, el cual se aprecia considerablemente.

RESUMEN

El cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) es una especie de ave acuática abundante en los humedales de El Salvador. La depredación de peces que realiza en los ecosistemas acuáticos, está generando un conflicto con los pescadores que asocian la disminución de la pesca con la conducta depredadora del ave. Entre abril de 2010 a febrero de 2011, se realizó una investigación tendiente a conocer el estado de la población de *P. brasilianus* en el Sitio Ramsar Embalse Cerrón Grande, El Salvador. El estudio se desarrolló por medio de cinco censos y recolecta de ejemplares, estos últimos se utilizaron para analizar el contenido estomacal. El máximo de ejemplares contabilizados fue de 28,063 individuos y 3,000 parejas reproductoras. Se recolectaron 266 ejemplares, de los cuales, 207 contenían peces en sus estómagos, cuyo peso individual varió de 2 a 307 g \pm 52 g. Se encontró un total de 1,078 ejemplares de peces correspondiente a diez especies, cuatro de ellas obtuvieron los mayores valores de abundancia: bagre (*Cathorops steindachneri*) con 29%, seguido por guapote (*Parachromis managuensis*) con 25%, tilapia (*Oreochromis niloticus*) con 22% y plateada (*Astianax aeneus*, *Roeboides bouchellei*) con 21%.

Palabras clave: Pesquería artesanal, Humedales, Especies invasoras, Cerrón Grande, *Phalacrocorax brasilianus*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barquete V, Bugoni L, Vooren CM. 2008. Diet of Neotropic cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) in an estuarine environment. *Marine Biology* 153 (3): 431-443.

- Casaux RJ, Di Prinzio C, Bertolin MC, Tartara M. 2009. Diet of the Neotropic Cormorant *Phalacrocorax olivaceus* at West Chobut, Patagonia, Argentina. *Waterbirds* 32 (3): 444-449.
- CENDEPESCA 2006. Departamento de Pesca y Acuicultura. Estadística Pesquera y Acuicola, Vol. 32. La Libertad, El Salvador.
- Conde-Tinco MA, Innacone J. 2013. Biotecnología de *Phalacrocorax brasiliensis* (Gmelin, 1789) Pelicaniformes: Phalacrocoracidae en Sudamérica. *The Biologist* 11: 151-166.
- Cruz Beltrán ME. 1981. Hábitos alimenticios de *Phalacrocorax olivaceus* en la presa presidente Miguel Aleman, Temaxcal, Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. ENEP-IZTACALA.
- Gonzales R. 1995. Los peces nativos en vías de extinción en las aguas continentales de El Salvador. Unión Europea-OLDEPESCA. Convenio ALA 90/09. Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca en el Istmo Centroamericano PRADEPESCA. Ciudad, País.
- Hernández-Vásquez S. 2000. Aves acuáticas del estero La Manzanilla, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 8:143-153.
- Herrera N, Ibarra Portillo RE, Salinas M. 2008. Distribución, abundancia y anidación del cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasiliensis*) en El Salvador. *Me-soamericana* 12 (1):24-31.
- Ibarra Portillo RE, Herrera N, Salinas M. 2005. Diagnóstico de las colonias de anidación de aves acuáticas en la costa de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). San Salvador, El Salvador.
- Gil-Weir K, Weir E, Casler CL, Aniyar S. 2011. Ecological functions and economic value of the neotropic cormorant (*Phalacrocorax brasiliensis*) in Los Olivitos estuary, Venezuela. *Environment and Development Economics*. 16(5): 553-572.
- Komar O. 1998. Avian Diversity in El Salvador. *Wilson Bulletin* 110: 511-433.
- Malacalza V, Navas J. 1996. Biología y ecología reproductiva del *Phalacrocorax albiventer* en Punta León, Chubut, Argentina. *Ornitología Neotropical* 7:53-61.
- Morales-Zúñiga G, Johnston-González R. 2001. Dinámica poblacional del pato cuervo (*Phalacrocorax brasiliensis*) y su presión sobre el recurso pesquero en la represa de Calima, Valle del Cauca. Informe Técnico presentado por la Asociación Calidris a la CVC. Cali, Colombia. 36 p.
- Nasca P, Gandini P, Frere E. 2004. Caracterización de las asociaciones de alimentación multiespecíficas de aves marinas en río Deseado, Santa Cruz, Argentina. *El Hornero*, 19: 29-36.
- Núñez A. 2005. Diversidad Ictica en los sistemas lacustres de El Salvador. Informe inédito.
- Terroba A. 2002. El rol del chumuco o bigua (*Phalacrocorax brasiliensis*) (Gmelin 1789) (Aves, Phalacrocoracidae) como predadoras de la ictiofauna del embalse Cabra Corral, Santa Argentina. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina.
- Stiles G, Skutch A. 2003. Guía de Aves de Costa Rica 3ª. Ed. Traducción de Loreta Roselli. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.
- Telfair RC, Morrison ML. 1995. Neotropic Cormorant. In: Poole, A. y F. Gill (eds.). *The birds of North America*. No. 137. Washington, D. C. y Philadelphia: The

Academy of Natural Sciences & American Ornithologists Union. p. 1-22.

Thurber WA, Serrano JF, Sermeño A, Benítez M. 1987. Status of uncommon and previously unreported birds of El Salvador. Proc. West. Found. Vertebrates. Zool. 3:109-293.

Vásquez C, Abrego C, Ramírez C, Torres B. 2001. Propuesta de Manejo Integral de los recursos naturales asociados al humedad Cerrón Grande. Comité Interinstitucional del embalse Cerrón Grande, Suchitoto, El Salvador.

Vega I. 2009. Dieta alimenticia del “Pato Chanco” (*Phalacrocorax brasilianus*) en el Sitio Ramsar Embalse Cerrón Grande y su impacto en la pesca local. Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Avances y desafíos de la agenda de cambio climático en la Zona Costero-Marina de El Salvador

Chicas-Batres^{1,2} FA, J. Segovia^{1,2}, JA. González-Leiva^{1,2}, L. García³.

- 1 Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 de Julio, San Salvador, El Salvador.
- 2 Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, Final Avenida Mártires y Héroes del 30 de Julio, San Salvador, El Salvador.
- 3 Gerencia de Meteorología, Dirección General del Observatorio Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

Abstract: Avances y desafíos de la agenda de cambio climático en El Salvador. Central America is one of the most vulnerable regions to the adverse effects of climate change, due to the rise of frequency and intensity that hydro-meteorological phenomena have occurred in recent years. In El Salvador 484 people died and 800,000 more were affected because these extreme events and economic losses reached up to 6.711 million dollars. According to the climate projections over the next 50 years in the territory, is expected that extreme events such as droughts and rainfall will intensify. Within the last 30 years, July of 2014 is considered the one with less rainfall. Meanwhile, Tropical Depression 12E in 2011 provoked an outstanding rainfall average of 1,137 mm, affecting more than 500,000 people; most of them live in the coastal zone. The death of 34 people and living economic losses of 840.4 million was recorded, equivalent to 4% of GDP. El Salvador has policies, national plans and strategies aimed to reducing vulnerability, promoting adaptation to these changes and more effective risk management. This paper compiles the impacts of climate variability in El Salvador and the efforts of the State on adaptation to improve environmental and social resilience.

Key words: cambio climático, franja Costero Marina, adaptación basada en ecosistemas, manglares, arrecifes, El Salvador.

INTRODUCCIÓN

El informe de 2013 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), indica que muchos cambios observados en el sistema climático del planeta no han tenido precedentes en los últimos decenios o milenios. Las evidencias científicas demuestran que desde 1850 se han emitido en el planeta 1.1 billones de toneladas de Dióxido de Carbono (CO₂), de las cuales el 72% es producido por los países desarrollados (Houghton et al. 2001), siendo China, E.E.U.U, India, Rusia y Japón, los responsables del 50% de las emisiones a nivel mundial (Raupach et al. 2007). La alta concentración de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (GEI), han alterado muchos procesos naturales del planeta y provocado aumentos de temperatura de la superficie terrestre y oceánica, ambas con un incremento promedio de 0,85 °C, además los mantos de hielo de Groenlandia, Antártida y de otras regiones del mundo continúan reduciéndose

en extensión, y desde mediados del siglo XIX el ritmo de elevación del nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores. Los modelos predictivos del clima indican que de no cambiar la tendencia en las emisiones de GEI, en 2100 la temperatura de la tierra incrementará de 1.7 a 4.9 °C (Wigley y Raper 2001, Medina-Ramón y Schwartz 2007).

El istmo centroamericano es una estrecha franja de tierra fuertemente influenciada por dos océanos, la cual es afectada frecuentemente por sequías, huracanes, ciclones y el fenómeno de El Niño. En esas condiciones el cambio climático magnifica sus vulnerabilidades socioeconómicas, afectando negativamente su evolución económica, principalmente en los factores dependientes del clima que son decisivos en la producción agrícola y generación hidroeléctrica. Entre 1930 y 2011 se han registrado 291 eventos extremos mayores asociados a fenómenos climáticos. Las proyecciones del clima de la

región muestran escenarios con incrementos de temperatura de 2.5 a 4.2 y disminución de la precipitación de entre 3% y 35%, en consecuencia se tendrá menor disponibilidad de agua y mayor estrés hídrico con incremento del índice de aridez que afectará la productividad agrícola. Por otra parte, para variar se verán perturbados los ecosistemas de manglar y arrecifes coralinos, cuyas consecuencias se verán reflejadas en pérdidas de biodiversidad, salinización de acuíferos costeros, erosión de playas y sedimentación de estuarios (CCAD-SICA 2010, CEPAL/CCAD/SICA/UKAID/DANIDA 2011, CEPAL 2012,).

El Salvador tiene una superficie continental de 21,040.79 km². En 2013 la población alcanzó 6, 290,420 habitantes, con una densidad de población de 299 habitantes/km², y la relación suelo/población de 0.33 ha/habitante (DIGESTYC 2013, PNUD 2014). Casi todo el territorio ha sufrido drásticos cambios en el uso del suelo producto de la sustitución de cobertura boscosa original por actividades agrícolas y ganaderas, condición que ha incrementado la vulnerabilidad frente a los efectos adversos del cambio climático. Debido a la severa degradación ambiental que padece, el país ocupa el lugar 12 en el Índice de Riesgo Climático (IRC) obtenido para el período 1996-2013 (Kreft et al. 2015).

Como respuesta, El Salvador ha elaborado la Política y la Estrategia Nacional de Medio Ambiente, que integra los Planes Nacionales de cambio climático, Saneamiento Ambiental, Biodiversidad y Recursos Hídricos, siendo el desarrollo y fomento de la investigación científica un eje de acción fundamental (MARN 2012). En este sentido, la Universidad de El Salvador genera información científica y coordina acciones de educación y desarrollo local, para apoyar al estado salvadoreño en los esfuerzos de aumentar la resiliencia social y ambiental, con el objeto de reducir la vulnerabilidad asociada al cambio climático.

DESARROLLO

Características de la zona Costero-Marina de El Salvador

La zona costera representa entre 10% y 15% del territorio y comprende una franja extendida desde la frontera con Guatemala hasta el Golfo de Fonseca, cuya anchura varía entre 8 y 20 km. posee un área continental de 7,186 km², la cual representa el 34% del territorio nacional. La línea de costa es de 321 km, y una Zona Económica Exclusiva comprende 99.752 km² (STP-GOES 2013) y la Plataforma Continental es de 29.000 km², esto hace que el área marina de El Salvador sea 5 veces mayor que el área continental. Según Gierloff-Emden (1976), el paisaje costero salvadoreño se divide en seis secciones:

1- Planicie costera del Occidente. Se extiende desde el estuario del Río Paz en el Departamento de Ahuachapán, hasta punta Remedios en el Departamento de Sonsonate. Esta zona se caracteriza por presentar playas arenosas intercaladas por estuarios y lagunas costeras. En Punta Remedios se desarrollan comunidades de arrecife rocoso y parches de coral.

2- Costa acantilada asociada a la Cordillera del Bálsamo. Se extiende entre Punta Remedios hasta el Puerto de La Libertad, Departamento de La Libertad. Se caracteriza por farallones, terrazas y ensenadas formadas por estrías de la sierra. La batimetría tiene un cambio abrupto en los primeros 50 m de profundidad, donde se encuentran paredes verticales de sustrato rocoso.

3- Planicie costera Central. Se extiende entre el Puerto de La Libertad y playa El Espino, Departamento de Usulután. Esta zona se caracteriza por presentar playas extensas y lagunas costeras, con una barrera de arena de 25 a 50 km.

4- Costa acantilada asociada a la Sierra de Jucuarán. Se extiende desde la playa Espino y la playa el Cuco Departamento de San Miguel. El sitio se caracteriza por presentar farallones y terrazas rocosas. Estas últimas penetran en el mar.

5- Planicie costera Oriental. Entre playa El Cuco, Departamento de San Miguel y Punta Amapala, Departamento de La Unión, esta zona se caracteriza por poseer extensas playas, estuarios y pequeñas ensenadas.

6- Costa del Golfo de Fonseca. Situada entre Punta Amapala y el estuario del Río Goascorán del Departamento de La Unión. Se caracteriza por contener ensenadas, la bahía de La Unión, el estuario del Río Goascorán e islas costeras de origen volcánico.

Ecosistemas costeros y marinos

Los ecosistemas representativos de la zona costera de El Salvador son los estuarios, lagunas costeras, bosques de manglar, playas arenosas y rocosas, arrecifes rocosos con especies formadoras de arrecife de coral. Todos ellos estabilizan la línea de costa y tienen importantes funciones ecológicas al servir de hábitat de especies y mantienen una alta biodiversidad que alcanza al menos 1.448 especies. Los grupos con mayor riqueza son: crustáceos con 173 especies, moluscos con 454 especies y vertebrados con 821 especies (MARN 2011). Por otro lado, proporcionan medios de vida e ingresos a las comunidades costeras. La comprensión de la dinámica y funcionalidad de los ecosistemas costeros aporta información clave para la cuantificación de los impactos del cambio climático. Las modificaciones en la estructura y composición química, física y biológica y la alteración o ruptura de la conectividad, disminuyen la resiliencia y hace a los ecosistemas más vulnerables al impacto de fenómenos oceanográficos con la consecuente pérdida de biodiversidad.

Dos de estos ecosistemas participan en la dinámica costera y son sumamente frágiles ante los efectos del cambio climático. El más conspicuo es el bosque de manglar, el cual actúa como sumidero de CO₂, contribuye a la regulación del clima y protege y estabiliza la línea costera. Además proporciona oportunidades de realizar turismo, pesca artesanal y acuicultura. En El Salvador estos bosques tienen una cobertura estimada en 40.000 ha

(MAG 2012). Las mayores extensiones se encuentran en Bahía de Jiquilisco (E), Estero de Jaltepeque (D), Bahía de La Unión (F) y Barra de Santiago (A). También se tienen parches dispersos en bocana San Juan, Metalío, Barra Salada, Barra Ciega, San Diego, El Esterón y El Icacal (Figura 1). La Bahía de Jiquilisco y Bahía de La Unión son ecosistemas que sustentan la mayor producción pesquera del Pacífico norte de Centroamérica (MARN 2012). La producción pesquera nacional en el año 2012 alcanzó 36,127 tm³ con un valor de \$70.6 millones, el 81% de ese valor correspondió a la pesca marina y 2% a la acuicultura marina (MARN 2013). Este sector genera al menos 40.000 empleos directos, además de dinamizar el turismo y la gastronomía en hoteles y restaurantes.

El estudio de los arrecifes en el Pacífico Oriental Tropical (PTO) ha tomado auge en los últimos 20 años, debido a su importancia biogeográfica, historia geológica, distribución y diversidad, al mismo tiempo de ser ecosistema indicador de cambio climático por los eventos de blanqueado de coral relacionados al cambio de temperatura superficial del mar, provocado por el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS). El Salvador se encuentra como punto medio dentro de la denominada “Brecha de la fauna del Pacífico Centroamericano” (Pacific Central American Faunal Gap). Por ello, los estudios sobre la temática son de mucha importancia ecológica y evolutiva. El Área Marina Protegida Los Cóbano alberga el único arrecife de coral de El Salvador. Este es de tipo costero y se encuentra estructurado por una comunidad coralina dominada por *Porites lobata* y una cobertura muerta de *Pocillopora* (Segovia y Navarrete 2007). En el país, los arrecifes de mayor distribución son rocosos, someras y presentan zoantidos en aguas poco profundas y abundantes taxones de octocorales hasta 40 m de profundidad (Figura 1) (Segovia 2012).

Los ecosistemas de arrecife están siendo monitoreados por el Programa de arrecifes rocosos y de coral, que lleva a cabo el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de El Salvador (ICMARES). Este programa tiene tres años y entre los princi-

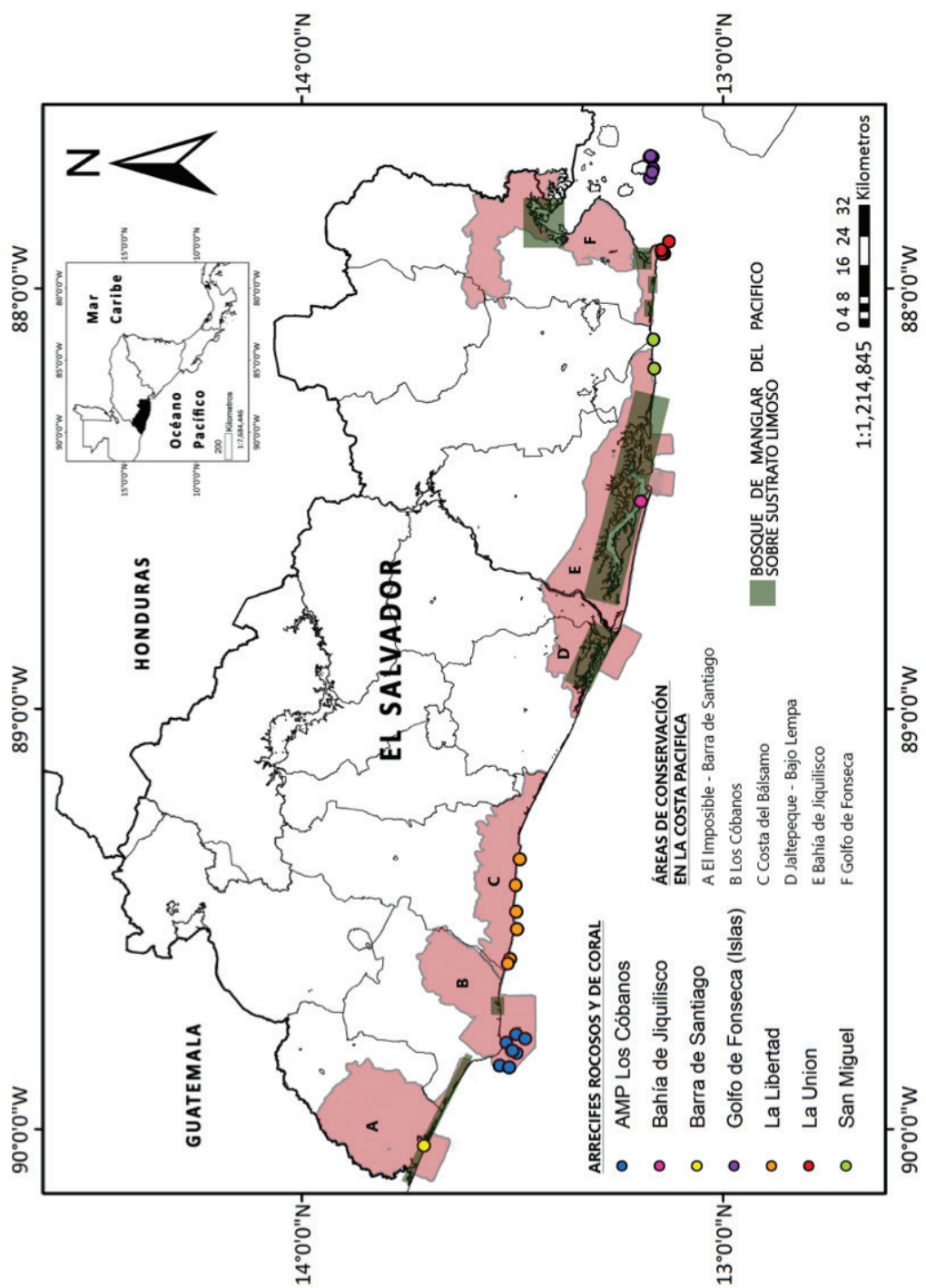


Figura 1. Áreas de conservación de la costa pacífica de El Salvador con los ecosistemas de Manglar y Arrecifes rocosos y de coral. Elaborado por Segovia 2014 (basado en MARN 2011, Segovia 2012).

pales resultados que ha registrado están dos eventos de blanqueamiento de coral de considerable intensidad, los cuales han sido simultáneos a la alta temperatura causada por el fenómeno El Niño. El primer evento de blanqueamiento, entre julio a noviembre de 2014, registró blanqueado de hasta 80% de la superficie de las colonias, y una pérdida de cobertura de 10% (Segovia 2014a, 2014b). El segundo aún se encuentra en proceso. Sin embargo, comenzó en abril de 2015 y se cuenta con datos de hasta 100% de blanqueamiento

en la superficie de la colonia, y de una pérdida de cobertura bastante alta (*Com. Pers.* Johanna Segovia).

Además, entre otros resultados se han obtenido información sobre las variables que describen la estructura del arrecife rocoso costero, las cuales fueron profundidad y temperatura, y en su componente biológico, cobertura de algas rojas, verdes y zoófitos. Al arrecife de coral correspondieron rugosidad, salinidad y cobertura de arena, y en su componente biológico cobertura de coral *Porites*

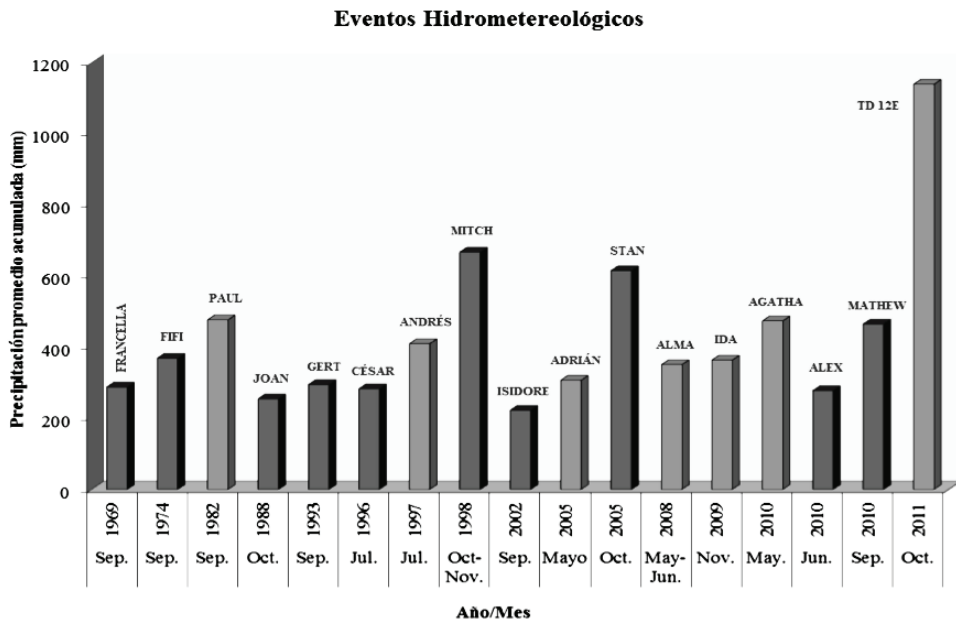


Figura 2. Presencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos (Ciclones Tropicales y Sistemas de baja Presión) en El Salvador, durante 1969 y 2011. Fuente: MARN 2012.

lobata y algas pardas. Los resultados ayudan a comprender las variables importantes en la estructura espacial del ecosistema, y a describir el dinamismo temporal. Por ejemplo, entre febrero y abril se ha observado dominancia de algas *Sargasum* y *Padina*; mientras que en junio eleva su cobertura el alga invasora *Acanthophora spicifera*. Este conocimiento científico sobre el ecosistema permite en un futuro contar con insumos para la planificación marina de las actividades y desarrollo previstos para las zonas aledañas a los arrecifes (Segovia 2015).

Vulnerabilidad ambiental de El Salvador

El Salvador ha sufrido drásticos cambios en el uso del suelo producto del modelo agroexportador iniciado en el siglo XVII, que provocó la tala de grandes extensiones de vegetación original principalmente en la planicie costera, para cultivos de algodón y caña de azúcar. Estas últimas demandan suelos de alta calidad agrícola y confinaron la agricultura de granos básicos a tierras de pendientes altas (Browning 1975). En consecuencia, se tiene un paisaje muy

CUADRO 1

Impactos en la salud humana, infraestructura y economía de El Salvador, por eventos climáticos extremos. Fuente CEPAL-CCAD-UKAID-DANIDA 2011.

Daños	Huracán Mitch 1998	Tormenta Ida 2009	Tormenta Agatha 2010	Baja Presión 12E 2011
Fallecidos	240	198	12	34
Afectados (personas)	84,000	122,000	120,000	500,000
Albergados (personas)	55,000	4,200	14,800	56,000
Nivel máximo de agua acumulada	861 mm	483 mm	672 mm	1,513 mm
Promedio nacional de agua acumulada	472 mm	248 mm	274 mm	747 mm
Daños y pérdidas estimadas en Millones \$ y (% PIB)	388.1 (2.3)	314.8 (1.44)	112.1 (0.5)	840.4 (4)
Pérdidas (Millones \$) en agricultura	112	27.5	11.4	105.3
Territorio afectado	Oriente del país (40%)	Zona Central (San Vicente y La Paz)	Zona Oriental Costera	181 municipios (70% país)
Puentes	10 destruidos 68 afectados	55 dañados, 24 colapsados	25 dañados	8 colapsados, 26 dañados
N° viviendas dañadas o en riesgo	10,372	2,350	8,272	8,118
Daños en carreteras	60% de red vial	132 carreteras	61 carreteras	40% red vial
Número de escuelas dañadas	405	111	378	947
N° establecimientos de salud dañados	20	28	20	19 hospitales, 238 unidades de salud

fragmentado con pobre cobertura vegetal, con poca retención de agua e incremento de la escorrentía superficial, provocando la erosión de suelos, sedimentación, eutrofización y azolvamiento de los cuerpos de agua (MARN 2012). En algunos sitios de la zona costera, la falta de cobertura vegetal, el vaciamiento de acuíferos y la disminución del drenaje terrestre provoca intrusión salina. Este panorama vuelve muy vulnerable a El Salvador ante el cambio climático, así como lo muestra el registro de 42 fenómenos naturales sucedidos en los últimos 40 años que provocaron pérdidas económicas de 6.711 millones de dólares (CEPAL 2010, GOES-CEPAL 2011, BID 2012). Este fenómeno parece incrementarse con el cambio climático, ya que durante el período de 1960 a 1980 se registró entre uno y dos eventos hidrometeorológicos (Figura 2), mientras que en la década de los años noventa esta tendencia se incrementó hasta llegar a registrar cinco eventos.

En 1998 el huracán Mitch, provocó la muerte de 240 personas y afectó a más de

84.000 personas, además ocasionó pérdidas estimadas en 388 millones de dólares equivalentes a 2.3% del PIB (Cuadro 1). En la década del 2000 se presentaron ocho eventos climáticos entre los que sobresale la tormenta Ida que afectó a más de 122,000 personas y provocó la muerte de otras 198, con una pérdida de 314 millones de dólares equivalentes a 1.44% del PIB (Cuadro 1). El último evento extremo en el país fue la Depresión Tropical 12E en 2011, que produjo precipitaciones históricas de 1,137 mm y afectaciones a más de 500,000 personas; la mayoría de las cuales viven en la zona costera. Se registró la muerte de 34 personas y una pérdida de 840.4 millones de dólares (CEPAL-GOES 2011), equivalente al 4% del PIB (Cuadro 1).

Al analizar el aumento de los impactos de eventos naturales, la variabilidad climática y las actividades humanas, se tiene que el 88.7% del territorio nacional es considerado como área de riesgo, el 95.4% de la población habita en lugares de riesgo y el 96.4% del PIB está

CUADRO 2

Estructura de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y de Cambio Climático de El Salvador. Fuente: MARN 20123a.

Estrategias	Temas críticos	Eje 1	Eje 2	Eje 3
BIODIVERSIDAD	Sensibilización	Integración estratégica de la biodiversidad en la economía. Líneas prioritarias Agricultura: café, cacao, frutales, granos básicos y ganadería. Pesca y acuicultura Turismo	Restauración y conservación inclusiva de ecosistemas críticos. Líneas prioritarias Manglares y ecosistemas de playa Ríos y humedales, Bosque de galería y otros Ecosistemas boscosos	Biodiversidad para la gente. Líneas prioritarias Rescate de prácticas tradicionales de conservación de los recursos genéticos Derecho de aprovechamiento de los recursos biológicos Opciones económicas locales
	Educación y formación			
	Investigación			
	Tecnología			
	Financiamiento			
CAMBIO CLIMÁTICO	Sensibilización	Mecanismos para enfrentar pérdidas y daños recurrentes por eventos extremos	Adaptación al Cambio Climático	Mitigación del cambio Climático con co-beneficios
	Educación y formación			
	Investigación			
	Tecnología			
	Financiamiento			
REQUERIMIENTOS INSTITUCIONALES	Coordinación interinstitucional			
	Fortalecimiento institucional			
	Monitoreo e información			
	Gobernanza local y modelos de gestión			
	Legislación, normativa y regulación			

vinculado a áreas de riesgo (UNDAC 2010). En esas condiciones disminuye la capacidad del país para desarrollar una economía sólida, por la continua inversión de recursos del estado para hacer frente a la restauración de viviendas e infraestructura, recuperación de cultivos y asistencia humanitaria (MARN 2012).

Escenarios Climáticos

El Salvador, en el marco del desarrollo de la Segunda comunicación nacional de cambio climático (MARN 2013a), elaboró “Escenarios Climáticos”, con las características siguientes:

- Climatología de 1961 a 1990, la cual sirve como línea base.
- Resolución de 10 km X 10 km
- Familias A2 y B1
- Modelos: ECHAM 5, GFDLR 30, CM 2.0 y HADGEM 1

En este trabajo es importante destacar que según la climatología del país, la temperatura promedio en El Salvador aumentó 1.3 °C con relación a la temperatura promedio de la década de los cincuenta del siglo pasado, y que el mayor aumento se dio a partir de los años noventa del presente siglo. Así, la temperatura promedio pasó de 24.2 °C en el periodo 1950-1959 a 25.5 °C en el de 2000-2006, un incremento de 1.2 °C. Por otra parte, la precipitación acumulada anual registrada en el país, ha tenido una alta variabilidad oscilando entre un mínimo de 1,274 mm y un máximo de 2,310 mm entre los años 1950 y 2006. Según los escenarios climáticos se han registrado para la zona norte del país cambios en los patrones de precipitación. En el mes de mayo se pierde hasta un 35% de la precipitación; siendo los departamentos de Chalatenango, Santa Ana, Sonsonate, Cabañas, Morazán, San Salvador, San Vicente,

San Miguel y La Unión los más afectados con la pérdida de entre 10% y el 35% de la precipitación media para el mismo mes.

Por otra parte, se observa un incremento de la temperatura media mensual para los escenarios A2 y B2, según la segunda comunicación de cambio climático para El Salvador, la cual oscila entre 0.77°C y 0.63°C, siendo el mes de abril donde se reporta el mayor incremento con 0.83°C en el escenario A2 y 0.63°C para el escenario B1. Bajo el escenario anterior, el País se encontraría bajo altas temperaturas desde el mes de enero, con un crecimiento de forma lineal, hasta el mes de Abril, además, la temperatura del trimestre julio-septiembre se incrementará. Al entrar en más detalle, dejando la escala temporal por la espacial, en el escenario A2 podemos encontrar que en el mes de Abril hay diferencias de hasta 4°C, principalmente en las zonas montañosas del país, lo mismos sectores se ven afectados con el escenario B2. Asimismo se hace una simulación sobre el clima del futuro en el Golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua), asociados con los efectos adversos provocados por el cambio climático a nivel local. El trabajo se realizó a través de modelo climático CMIP5 el cual fue aprobado por el IPCC para evaluar el clima futuro. Este permite evidenciar cambios climáticos locales y sus impactos en la agricultura (maíz, frijol, ajonjolí, sandía, etc.), pesca y camaronicultura. De acuerdo con el estudio hacia el año 2100 se prevé una leve ampliación del período canicular de tres a cuatro días, aumento de temperaturas en las aguas marinas y olas de calor, lo que podría afectar la pesca de la zona.

Por otra parte, la Dirección General del Observatorio Ambiental (MARN) desde el año 2012 ha potenciado los sistemas de monitoreo y pronóstico para alerta temprana de amenazas naturales durante las 24 horas del día, monitoreando también las alertas por tres sequías continuas, evento que rompió record en Julio del 2014, considerado el más seco en más de 30 años.

Gobernanza de la Agenda de Cambio Climático en El Salvador

La Política Nacional del Medio Ambiente tiene como objetivo revertir y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático, aborda los siguientes problemas específicos: (1) Degradación de ecosistemas de gran valor, (2) Insalubridad ambiental generalizada, (3) Crítico estado del recurso hídrico, (4) Desordenada ocupación del territorio, (5) Escasa cultura de responsabilidad y cumplimiento ambiental y (6) Amenaza climática creciente. Para ello propone las siguientes líneas de acción: a). Restauración de ecosistemas y paisajes degradados, b). Saneamiento ambiental integral, c). Gestión integrada del recurso hídrico, d). Integración de la dimensión ambiental en el ordenamiento territorial, e). Responsabilidad y cumplimiento ambiental y f). Adaptación al cambio climático y reducción de riesgos.

El Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente (SINAMA) es el mecanismo de coordinación de la gestión ambiental pública a nivel ministerial, autónomo y municipal. El SINAMA cuenta con el comité de cambio climático compuesto por los Ministerios de Medio Ambiente (MARN), Obras Públicas (MOP), Agricultura y Ganadería (MAG) y Ministerio de Hacienda; cada uno de ellos ha creado dentro de su organización la Unidad de cambio climático (MARN 2012). La Estrategia Nacional de Medio Ambiente se compone de la estrategia nacional de biodiversidad, estrategia nacional de recursos hídricos, estrategia nacional de saneamiento y estrategia nacional de cambio climático (Cuadro 2), este último ofrece orientaciones específicas para la participación más amplia de la sociedad civil, de las estrategias y planes sectoriales específicos del cambio climático; sus metas y compromisos forman parte del primer plan nacional de cambio climático. La Estrategia se ha estructurado alrededor de tres ejes fundamentales, cinco temas críticos y cinco requerimientos institucionales básicos (Cuadro 2) que necesita el país (MARN 2013).

A nivel sectorial se han impulsado importantes iniciativas sobre cambio climático

en materia de ecosistemas, agricultura y energía, tales como:

1- El Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP). Es un “programa bandera” para enfrentar de forma planificada el deterioro de los ecosistemas y la pérdida de los servicios ecosistémicos clave. Los componentes son la agricultura resiliente al clima y amigable con la biodiversidad, el desarrollo sinérgico de la infraestructura física y la infraestructura natural, y la restauración y conservación inclusiva de ecosistemas críticos. Una de las principales iniciativas a promover es el Programa Nacional REDD+, con un enfoque de Mitigación basada en la Adaptación, dirigido prioritariamente a restaurar el paisaje rural a gran escala para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático. El Programa impulsará prácticas de cultivo basadas en agroforestería, que además de incrementar las reservas de carbono, restauren los servicios ecosistémicos y disminuyan la escorrentía, para evitar la pérdida de nutrientes y generen mayor resiliencia. Estas medidas se acompañarán de actividades de conservación y/o rehabilitación de ecosistemas forestales dedicados a la protección de áreas críticas, además de la gestión y uso sostenible de actividades derivadas de la pesca y el turismo. En este programa se cuenta con el apoyo de cooperantes internacionales que han financiado los siguientes proyectos:

- Proyecto Consolidación y Administración de Áreas Protegidas (PACAP), financiado por el Banco Mundial por un monto de cinco millones de dólares (2007-2011), en donde la mayoría de actividades se desarrollaron en el ANP y Reserva de la Biosfera Bahía de Jiquilisco. El objetivo fue proponer medidas y acciones para una mejor gestión de las Áreas Protegidas de Bahía de Jiquilisco, Usulután y del Complejo San Diego-La Barra, Santa Ana.
- Proyecto de restauración de ecosistemas en Bosque El Imposible y Barra de Santia-

go con el apoyo de la cooperación alemana en El Salvador (GIZ), por un monto de dos millones de dólares. El proyecto busca coordinar acciones de restauración de dichos ecosistemas, con el fin de conservar y proteger la biodiversidad de la zona.

- Proyecto PNUD-GEF: biodiversidad, pesca y turismo, dirigido a la zona costero-marina del país, por un monto de 2.3 millones de dólares.

- Apoyo al Ministerio de Obras Públicas para el desarrollo de proyectos en el área de adaptación urbana al cambio climático, por un monto de ocho millones de euros y un préstamo de 30 millones de euros, con fondos del gobierno de Alemania.

- Cooperación para el programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) en la zona de manglares de la microrregión Ahuachapán Sur, por un monto de dos millones de dólares con fondos del gobierno de Alemania.

- Apoyo al MARN y a ANDA a través de proyectos enfocados al fortalecimiento de la gestión del agua y del saneamiento, por un monto de 70 millones de euros, fondos de la cooperación de España.

- Proyecto de fortalecimiento de la resiliencia de grupos humanos vulnerables ante el cambio climático y esfuerzos de mitigación a través de eficiencia energética en edificios públicos, por un monto de 2.5 millones de euros, fondos de la cooperación de España.

- Proyectos para la gestión de riesgos y gestión ambiental resiliente, con un monto de 6.5 millones de euros, fondos de la cooperación de Italia.

- Aunado a otras iniciativas de cooperación, como es el caso de la Unión Europea (UE), que en la Conferencia de París (COP21.) en diciembre de 2015, solicitará intensificar la cooperación financiera a las partes, para la lucha contra el cambio climático en la región, con especial atención para El Salvador.

2- La Estrategia Ambiental de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Agropecuario, Forestal, Pesquero y

Acuícola. La estrategia tiene como finalidad contribuir con medidas de adaptación de los impactos al cambio climático en el sector agropecuario, forestal, pesquero y acuícola, bajo el enfoque de manejo sostenible de cuencas, esta iniciativa cuenta con seis ejes estratégicos (MAG 2015), siendo estos:

1. Fortalecimiento de capacidades
2. Innovación y transferencia tecnológica
3. Cooperación interinstitucional
4. Fortalecimiento institucional
5. Comunicación
6. Participación ciudadana

En primera instancia, la estrategia será implementada en las zonas con alta vulnerabilidad ambiental del país como la cuenca hidrográfica del río Lempa, por ser un sitio importante y estratégico del país.

3- El Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Renovable en El Salvador.

Adicionalmente a estos proyectos el estado cuenta con una Dirección de Observatorio Ambiental, que en los últimos años posee cuatro bases e instalaciones del sistema de Transmisión- Recepción Satelital GEONETCAST en los Departamentos de San Salvador, Acajutla, San Miguel y La Unión. Este sistema permite recibir boletines, mapas, imágenes de alertas desde el Servicio Meteorológico de los Estados Unidos, del Centro de Huracanes y del Centro de Monitoreo de tsunamis de Hawai. Con el financiamiento de USAID, NOAA y OMM, el personal del Centro de Monitoreo se capacitaron en los temas de Climatología y Meteorología Tropical, Radar banda X, Sistemas EMWIN y Geonetcas y modelos numéricos meteorológicos.

Algunos proyectos han permitido fortalecer a estos Departamentos con la adquisición de nuevos equipos de medición climática como redes de estaciones meteorológicas, pluviométricas, calidad de aire, oceanográfica. La instalación de dos estaciones de corrientes marinas y oleaje direccional (AWAC) con transmisión en tiempo real en los puertos de Acajutla y La

Unión, para medición de mareas, oleaje y corrientes, con un monto total invertido \$440,700.00. Adicionalmente, se instaló una red de 8 radares meteorológicos de área local para el monitoreo de lluvias terminando el de Ciudad Victoria, Departamento de Cabañas, con una inversión de \$148,261.70.

En la actualidad es posible alertar oportunamente a la población ante la presencia de lluvias, vaguadas, depresiones tropicales o vientos nortes que afectan al territorio salvadoreño. Además se realizan predicciones estacionales de 3 a 4 meses de antelación, como la presencia de El Niño, el inicio de la temporada de lluvia, presencia de canículas, información que es de mucha utilidad para sectores agropecuario, pesquero, salud, energético e hídrico entre otros. Los informes de vigilancia son divulgados a la población periódicamente a través de diversos medios: radio, prensa, televisión, web, twitter, teléfono y fax.

Políticas públicas como ejes transversales del cambio climático en El Salvador

En los últimos años, El Salvador ha realizado diferentes esfuerzos para incorporar el tema de cambio climático en las políticas públicas (Cuellar 2013). Aunque esta iniciativa refleja una voluntad política importante, la mayoría de ellos aún están en proceso de diseño, difusión e implementación. Estas políticas se han enmarcado en cuatro grupos: políticas de desarrollo, ambientales y territoriales; políticas de gestión y reducción de riesgos; políticas de fomento productivo; y políticas de adaptación y mitigación al cambio climático (Cuellar 2013). Entre algunas de estas políticas se pueden mencionar:

- Política Nacional del Medio Ambiente
- Política para el Ordenamiento del Uso de los Recursos Costero-Marinos
- Ley y Política de Ordenamiento y Desarrollo Territorial
- Política Energética
- Ley de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres

- Programa Nacional de Reducción de Riesgos
- Plan de Educación Frente al Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgos 2012-2022
- Estrategia del Ministerio de Obras Públicas ante el Cambio Climático
- Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP)
- Estrategia Ambiental de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Agropecuario, Forestal, Acuícola y Pesquero
- Comité Interinstitucional para el Financiamiento del Cambio Climático (CIFCC)

Mesa de Cambio Climático de El Salvador

La mesa de cambio climático de El Salvador es un espacio constituido por organizaciones de la sociedad civil, pueblos indígenas, movimientos sociales y cooperativos, universidades y centros de investigación, para facilitar, desde la óptica sociopolítica, el intercambio, debate y articulación de conocimientos, posiciones y propuestas en el tema de cambio climático entre diversos actores y sectores sociales. Esto con el fin de construir diálogos y fomentar acciones efectivas de incidencia y de intervención. La Mesa se centra en el tema de cambio climático con el enfoque de la madre tierra, derechos humanos de los pueblos indígenas, equidad de género e intra e intergeneracional, para asegurar la articulación entre los compromisos de estado y los derechos individuales y colectivos de la sociedad. La Mesa tiene como líneas de acción a) Fortalecimiento de la Mesa de cambio climático, b) Vigilancia de la gestión gubernamental y privada en materia de cambio climático, c) Sensibilización pública sobre la amenaza, impactos y retos del cambio climático, d) Incidencia política considerando el enfoque de derechos de la madre tierra, derechos humanos y de los pueblos indígenas en materia de cambio climático, e) Comunicación, sistematización y gestión del conocimiento.

Comunicaciones Nacionales

El Salvador como país no-anexo uno de la Convención de Naciones Unidas sobre cambio climático (CMNUCC), presentó ante esa instancia la primera y segunda comunicación nacional de cambio climático correspondientes a 2000 y 2013. Las comunicaciones nacionales, además de informar sobre las emisiones de GEI y el estado de vulnerabilidad del país, permite orientar estudios puntuales para conocer el estado de vulnerabilidad en zonas y sectores específicos y desarrollar proyectos de adaptación y mitigación del cambio climático (MARN 2000, 2013b). En ambos comunicados se insiste en la necesidad de impulsar acciones tempranas que contribuyan con el objetivo de la convención, enfocados en hacer arreglos institucionales para las acciones ante el cambio climático, siendo estas:

- Fortalecimiento institucional para aplicar de forma efectiva las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Coordinación inter-sectorial e inter-institucional efectiva que haga viable la aplicación de estrategias nacionales, programas y proyectos de adaptación.
- Vinculación permanente con las Universidades y Centros de Investigación nacionales, para desarrollar programas de investigación, en vinculación con la comunidad científica internacional.
- Enlace con los niveles locales para el intercambio de información y promoción de proyectos y acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático.
- Gobernanza local y modelos de gestión para la toma de decisiones estratégicas en los planes de adaptación, y modelos de organización y gestión local para el monitoreo de riesgos y alerta temprana.

El Monitoreo, Reporte y Verificación

(MRV), es un mecanismo que demanda compromisos del país ante la CMNUCC, enfocados en:

1. La actualización cada dos años del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
2. Establecimiento de un Sistema de (MRV) para acceder al financiamiento climático basado en resultados.
3. Cumplimiento de compromisos legales vinculantes en materia de mitigación a partir del año 2020 una vez que se haya concluido la negociación y entre en vigencia un nuevo instrumento bajo la convención.

Gestión de Finanzas del Clima

La entidad encargada de administrar el financiamiento del clima en El Salvador será la Secretaría Técnica del Financiamiento Externo del Ministerio de Relaciones Exteriores (CETEFEE). Dicha secretaría se encuentra en proceso de acreditación ante el Fondo Verde del Clima y será el instrumento financiero principal para la implementación de la Ley y la Política Nacional de Medio Ambiente. El Ministerio de Hacienda ha creado la Unidad de Cambio Climático para incorporar esa temática en las finanzas públicas y facilitar mecanismos de captación, registro y destino de fondos, con el fin de asegurar el blindaje de presupuestos para el clima mediante seguros, reservas, y otras modalidades. El BID apoya este esfuerzo y junto con CEPAL impulsan la mejora de capacidades de gestión del financiamiento para el clima.

Educación ante el Cambio Climático

En el año 2011 la Asamblea Legislativa introdujo la temática de cambio climático en la Ley General de Educación de El Salvador, con el propósito de incorporar la enseñanza sobre adaptación y mitigación del cambio climático y la gestión integral del riesgo, tanto en el sistema de educación básica como en la investigación en el sistema de educación superior. También se cuenta con el Plan de Educación

ante el Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgos, estructurado por el Ministerio de Educación (MINED 2012) de forma participativa, con la asistencia técnica del MARN, cuya ejecución está programada de 2012 a 2022 y contempla ocho ejes estratégicos en temas de cambio climático y gestión integral de riesgos:

- Enriquecer los currículos de los programas de ciencias en todos los niveles educativos y carreras.
- Divulgar acciones, proporcionar información y desarrollar procesos de proyección social para sensibilizar a la comunidad educativa.
- Formación y desarrollo de capacidades de docentes en todos los niveles del sistema educativo
- Crear la estructura organizativa a nivel local e institucional para la implementación del Plan
- Reducir la vulnerabilidad de la infraestructura ante cambio climático.
- Investigación sobre cambio climático y gestión integral de riesgos.
- Desarrollar programa de monitoreo y evaluación
- Financiamiento sostenible para la implementación del Plan.

En este contexto, se ha formulado el proyecto “Reduciendo las Vulnerabilidades de la Comunidad Educativa, por medio de procesos de Educación y Participación Ciudadana en la Gestión Integral de Riesgos a Desastres y Cambio Climático”. Este como objetivo formar al personal docente de los centros escolares y comunidades vulnerables del país, para fortalecer la capacidad instalada y los contenidos curriculares a través de Diplomados.

El Ministerio de Relaciones Exteriores de El Salvador a través de la oficina de Gestión de Financiamiento Climático, en coordinación con el Instituto Especializado de Educación Superior para la Formación Diplomática, (IEESFORD) han desarrollado el Diplomado en Financiamiento Climático, dirigido a fun-

cionarios de entidades públicas, académicos y ONG, para la construcción de capacidades para el cambio climático.

Por su parte la Universidad de El Salvador ejecuta el Programa Universitario para la Reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático-PRIDCA, en coordinación con el CSUCA y la Cooperación Suiza (COSUDE) En este marco se implementa el Diplomado en Gestión Integral de Riesgo de Desastres y Adaptación al cambio climático.

En el 2014 se realizó el “1er Congreso Nacional de Cambio Climático, ampliando y fortaleciendo las acciones climáticas desde la académica”, convocando a expertos internacionales y nacionales que trabajan en temas de cambio climático y medio ambiente. Esto como resultado la conformación del Comité Académico Científico de evaluación del cambio climático de cambio climático, conformado por seis universidades, cuya finalidad es coordinar asesorar y desarrollar capacidades locales y acciones que son competencia de la academia. El congreso será replicado cada dos años para dar seguimiento a los temas relacionados con el cambio climático.

Por su parte, la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad de El Salvador por medio del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES), imparte el diplomado en Biodiversidad y turismo sostenible, con enfoque de adaptación al cambio climático, a la fecha se han formado dos promociones y en su ejecución se contó con el apoyo financiero del PNUD-GEF-MARN, quienes proporcionaron becas a todos los participantes, la mayoría de ellos microempresarios que trabajan en emprendimientos turísticos de la zona costera.

Asimismo, el ICMARES es parte de iniciativas de investigación científica en conjunto con universidades de la región para abordar los problemas de la zona marino-costera siendo el cambio climático un eje transversal muy importante, estas iniciativas son:

1. **Miembro de la red “Acción de integración regional para la adaptación basada en ecosistemas en el Caribe: red CYT-**

ED CARIBeros.SOS”, cuyo objetivo es: fomentar la mejoría de las condiciones de salud y resiliencia de los ecosistemas marinos y costeros de la región iberoamericana, a través del establecimiento de medidas para la rehabilitación de arrecifes coralinos y manglares y la realización de evaluaciones de escenarios e impactos del cambio climático en la biodiversidad marina y costera del Caribe y Centroamérica, especialmente en las zonas vulnerable a los factores asociados al cambio climático.

2. **Miembro del “Observatorio Cousteau para las costas y mares de Centroamérica”**, cuyo objetivo es la de proveer información para la toma de decisiones en materia de políticas públicas, con base en los resultados científicos, que ayude a la planificación del desarrollo sustentable de las costas y del mar.

3. Desarrollo del programa **“Biodiversidad y ecosistemas”**, cuyo objetivo es realizar evaluaciones ecológicas de la biodiversidad y ecosistemas marino-costeros de El Salvador, dentro del programa se está desarrollando el proyecto **“Monitoreo de arrecifes rocosos con crecimiento coralino de El Salvador”**. Dicho estudio permite evaluar los impactos asociados al cambio climático en los corales, como blanqueamiento de corales y aumento de la temperatura del mar, entre otros.

En este mismo contexto, la Organización del sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano, de la Secretaría de Integración Centroamericana (OSPESCA-SICA), publica mensualmente el boletín digital “Climapesca”, iniciativa que busca mantener informada a la sociedad sobre temas de pesca y cambio climático.

Las acciones pendientes para fortalecer las capacidades de El Salvador frente al cambio climático son: 1). la integración de equipos multidisciplinarios de investigación de la academia y otras organizaciones del estado y la sociedad civil, que trabajen en el impulso

de los programas, estrategias y planes de país sobre la mitigación, adaptación, y economía del cambio climático, 2) monitoreo del clima y 3) monitoreo, reporte y verificación. Se debe promover y ejecutar medidas de mejoría de las condiciones de salud y resiliencia de los ecosistemas de manglar y arrecife del país, a través de la implementación de la metodología de Adaptación Basada en Ecosistemas, que es promovido por la RED CITED, grupo CARibero.SOS El Salvador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BID. 2012. El Salvador. Programa integral de sostenibilidad fiscal y adaptación al cambio climático para El Salvador. Propuesta de Préstamo. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington DC.
- Browning D. 1975. El Salvador. La Tierra y el Hombre. Dirección de publicaciones e impresos, CONCULTURA, Ministerio de Educación. San Salvador, El Salvador.
- CCAD-SICA. 2010. Estrategia Regional de Cambio Climático. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).
- CEPAL. 2012. La economía del cambio climático en Centroamérica: síntesis 2012. UKID, CEPAL, DANIDA. Ciudad de México, México.
- CEPAL. 2010. Evaluación de daños y pérdidas en El Salvador ocasionados por la tormenta tropical ÁGATHA. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- CEPAL-GOES. 2011. Informe preliminar: Evaluación de daños y pérdidas en El Salvador OCASIONADOS POR LA DEPRESIÓN TROPICAL 12E, Octubre 2011. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- CEPAL/CCAD/SICA/UKAID/DANIDA. 2011. La economía del cambio climático en Centroamérica. Reporte técnico. Organización de la Naciones Unidas. CEPAL, Ciudad de México, México.
- CNE 2012. Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Renovable en El Salvador. CNE, San Salvador, El Salvador.
- CNE. 2009. Política Energética Nacional. Consejo Nacional de Energía. San Salvador, El Salvador.
- Cuellar N, F. Luna, O. Díaz, S. Kandel. 2013. Cambio climático y desarrollo en El Salvador, respuestas de políticas y desafíos para la gestión territorial. PRISMA. San Salvador, El Salvador.
- DIGESTYC. 2013. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2013. Dirección General de Estadísticas Censos (DIGESTYC).
- Gierloff-Emden HG. 1976. La Costa de El Salvador. Monografía Morfológica Oceanográfica. Ministerio de Educación, Dirección de Publicaciones. San Salvador, El Salvador.
- GOES-CEPAL. 2011. Ley y Política de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Gobierno de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Houghton JT, Y. Ding, DJ. Griggs, M. Noguer, PJ. Van der Linden, X. Dai, K. Maskell, CA. Johnson. 2001. Climate change 2001: The scientific basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press.
- Kreft S, D. Eckstein, L. Junghans, C. Kerestan and U. Hagen. 2015. Global Climate Risk Index 2015, Who suffers most from extreme weather events?, weather-related loss events in 2013 and 1994 to 2013. Ger-

- man Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ).
- MAG. 2015. Estrategia Ambiental de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático del Sector Agropecuario, Forestal, Pesquero y Acuícola. Ministerio de Agricultura. La Libertad, El Salvador.
- MAG. 2012. Cobertura forestal de la República de El Salvador, C.A. Año 2010. Dirección general de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego, División de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- MARN. 2013. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- MARN. 2013a. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- MARN. 2012. Política Nacional de Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador, El Salvador.
- MARN 2011. Biodiversidad Marino Costera de El Salvador: Análisis de Vacíos y Estrategias para su Conservación. The Nature Conservancy (TNC).
- MARN. 2000. Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. San Salvador, El Salvador.
- Medina-Ramón M, J. Schwartz. 2007. Temperature, temperature extremes, and mortality: a study of acclimatisation and effect modification in 50 US cities. *Occup. Environ. Med.* 64: 827-833.
- MINED. 2012. Plan de Educación ante el Cambio Climático y Gestión Integral de Riesgos. Ministerio de Educación. San Salvador, El Salvador.
- PNUD. 2014. Informe sobre Desarrollo Humano 2014, resumen. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Raupach MR, G. Marland, P. Ciais, C. Le Quéré, JG. Canadell, G. Klepper. 2007. Global and regional drivers of accelerating CO2 emissions. *PNAS*, 4:10288-10293.
- Segovia J. 2015. Distribución de las comunidades bénticas de los Arrecifes Rocosos y de Coral de El Salvador. Modalidad de Cartel. X Congreso de Ciencias del Mar. MarCuba, 2015: Integración de las Ciencias para la Gestión de los Recursos Marinos. La Habana, Cuba
- Segovia J. 2014a. Vulnerabilidad de los Corales del ANP Los Cóbano ante el Cambio Climático. Modalidad de Cartel. Primer Congreso de Cambio Climático, El Salvador 2014: Ampliando y Fortaleciendo las Acciones Climáticas desde la Academia. El Salvador, San Salvador.
- Segovia J. 2014b. Vulnerabilidad de los Corales del ANP Los Cóbano ante el Cambio Climático. Resumen de Ponencia. Primer Congreso de Cambio Climático, El Salvador 2014: Ampliando y Fortaleciendo las Acciones Climáticas desde la Academia. El Salvador, San Salvador.
- Segovia J. 2012. Comunidades de Octocorales (Cnidaria: Octocorallia) en El Salvador, América Central. Sistema de Estudios de Posgrado, Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en Biología, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.
- Segovia J, Navarrete M. 2007. Biodiversidad a nivel de ecosistema en parches de corales hermatípicos (*Porites lobata*, *Pocillopora* sp.) en la playa Los Cóbano, Sonsonate. Tesis de Grado, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador. p. 48.

STP-GOES. 2013. Estrategia de Desarrollo Integral y Sostenible de la Franja Costero-Marina de El Salvador. Secretaria Técnica de la Presidencia (STP), Gobierno de El Salvador (GOES). Territoriales.

UNDAC. 2010. Evaluación de la capacidad nacional de respuesta a emergencias. Naciones Unidas de Evaluación y Coordinación de Desastres (UNDAC).

Wigley TM, SC. Raper, 2001. Interpretation of high projections for global-mean warming. Science 2001; 293:451-4.

Listado de diatomeas del Estero El Tamarindo, Golfo de Fonseca, Sector El Salvador 2004-2005.

Menjívar¹ R, T. Orantes-Ramos^{2,3}.

- 1 Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. El Salvador; rfmunjivar@hotmail.com
- 2 Instituto de Investigaciones Tropicales de El Salvador (ITRES), Colonia y pje. Laico, #1247. San Salvador; itrescientia@gmail.com
- 3 Gerencia de Educación en Ciencia, Tecnología e Innovación (GECTI). Edificio A4 2^{do} Nivel, Centro de Gobierno. San Salvador; tonatiuh.orantes@mined.gob.sv

Recibido 03-XI-2014; Corregido 18-IV-2015. Aceptado 18-VI-2015

Abstract: Listado de diatomeas del Estero El Tamarindo, Golfo de Fonseca, Sector El Salvador 2004-2005. Samples of phytoplankton were obtained from September 2004 to November 2005 in three sites of El Tamarindo estuary which belongs to Golfo de Fonseca. Superficial horizontal hauls were used. The quantitative analysis shows a very diverse diatom community in which the *Chaetoceros* genus is the dominant group. This group has 17 reported species followed by *Coscinodiscus* with 11 species and *Rhizosolenia* with 9 species. All of these species represent new registers to the community, furthermore there is an increase in the number of registered species for the salvadorean estuaries.

Key words: Bacillariophyceae, diatomeas, Estero El Tamarindo, Golfo de Fonseca.

Las diatomeas forman parte fundamental de los ambientes acuáticos, siendo un grupo integrante del fitoplancton que constituye que impulsa la producción primaria neta de los océanos que supera el 20 a25% a nivel mundial (Wiebe et al. 2007, Barocio-León et al. 2007), este grupo desempeña un papel importante en las áreas productivas de la plataforma continental y mar adentro (Kahru y Mitchell 2001); estas microalgas predominan por sobre otros grupos fitoplanctónicos, ya que se ven especialmente favorecidas por los eventos de surgencia que aportan aguas frías y ricas en nutrientes hacia la superficie (Tomas, 1997).

Las diatomeas son microalgas unicelulares y eucarióticas pertenecientes a la Clase Bacillariophyceae, generalmente presentan un rango de tamaño entre 50 y 500 μm , estas especies son estrictamente autótrofas, presentan pigmentos fotosintéticos como la clorofila a y c, betacarotenos, fucoxantina, diatoxantina y diadinoxantina, además de presentar pared celular única hecha de sílice (dióxido de silicio hidratado) llamada frústula, dentro del sistema estuarino este grupo es fundamental en la dieta de muchas especies invertebrados y

vertebrados (Lugo and Snedaker 1974).

Las diatomeas se pueden encontrar solitarias o conformando cadenas, en este último caso las especies presentan distintas estrategias o formas de unión entre las células, la taxonomía de este grupo se basa en dos aspectos principales: la simetría y las características de su pared celular (Snoeijs et al. 2002). Las diatomeas se caracterizan por presentar pared celular o frústula compuesta de sílice; que se divide en una parte superior (epiteca) y una parte inferior (hipoteca), la estructura y ornamentación de la frústula son la base de la clasificación de las diatomeas (Hasle and Fryxell, 1995 Hernández-Becerril 2000, Lozano-Duque et al. 2010). Por su morfología, estos organismos se dividen en dos grandes grupos aquellos que presentan formas céntricas con valvas simétricas radialmente y los de formas pennadas con valvas simétricas bilateralmente, según la clasificación de diatomeas propuesta por Round et al. (1990), éstas pertenecen a la clase Coscinodiscophyceae donde se clasifican todas las diatomeas céntricas, y las especies de las clases Fragilariophyceae y Bacillariophyceae donde se agrupan las

diatomeas pennadas.

Con más de 150 años de observación microscópica, el conocimiento de las diatomeas sigue siendo escaso en comparación con otros grupos de algas y plantas superiores. Los estudios recientes sugieren que actualmente se reconocen aproximadamente 20,000 especies de diatomeas, aunque este número podría alcanzar 10^5 - 10^6 especies (Edlund and Stoermer, 1997). Una mayor comprensión de la historia de vida de las diatomeas ha dado lugar a la aplicación de un nuevo enfoque de su clasificación, para la mayor parte del siglo XX, la taxonomía y sistemática de diatomeas se ha basado en la morfología de la frústula (Edlund and Stoermer 1997, Wiebe et al. 2007), sin embargo, en los últimos años han cambiado radicalmente la visión de la sistemática en diatomeas a través del uso de la microscopía electrónica de transmisión y de barrido que da una visión más detallada de la morfología frustular mejorando la comprensión de la estructura de diatomeas y el redescubrimiento de algunos trabajos que se basaron en características citológicas (Snoeijs et al. 2002). Por su parte Sournia et al. (1991) publicaron una sinopsis de los géneros oceánicos a nivel mundial indicando el número de especies de cada género, sus principales hallazgos fueron 77 géneros de diatomeas céntricas con 865 a 999 especies y 87 géneros para diatomeas pennadas con 500 a 784 especies.

El conocimiento sobre la composición florística de las diatomeas en El Salvador es bastante escaso, los trabajos hacia este grupo se iniciaron en 1987 con los estudios de Gutiérrez y Menjívar (1987) quienes reportan 48 especies de diatomeas para el Puerto de La Libertad y Menjívar (1994) quien registra 87 especies en la Bahía de Jiquilisco; posteriormente Mariona y Cuellar (2007) registran 94 especies para el ANP Los Cóbanos, 62 especies para La Libertad y frente a la costa de El Tamarindo respectivamente. Los estudios sobre la composición florística de diatomeas es bastante escaso específicamente en ambientes estuarinos, es por ello que la presente investigación tiene como objetivo dar a conocer la diversidad de las diatomeas planctónicas del

estero El Tamarindo, Departamento de La Unión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las colectas mensuales se realizaron en tres estaciones de muestreos a lo largo del Estero El Tamarindo, estuario ubicado en el Departamento de La Unión, las estaciones seleccionadas fueron La Bocana (1), La Gasolinera (2) y El Canal Ñanga (3); estos sitios fueron establecidos tomando en cuenta la cercanía a la bocana y a la desembocaduras de ríos, lugares con asentamientos humanos y aquellos sin presencia de estos (Figura 1). Para la obtención de las muestras se utilizaron redes fitoplanctónicas con luz de malla N° 20 y el método de colecta fue de arrastres de tipo horizontal. Las muestras fueron colocadas en frascos plásticos de un litro de capacidad y preservadas con formol al 4%; posteriormente las muestras fueron depositaron en una hielera y transportadas al laboratorio de la Escuela de Biología de la Universidad de El Salvador, a cada frasco se le asignaron los datos de campo como la fecha, hora, sitio de colecta, número de colecta y nombre del colector.

El material biológico fue examinado con la ayuda de un microscopio óptico de campo claro, con el propósito de observar las estructuras específicas de cada diatomea a fin de ubicarlas en su taxón correspondiente. Para ello se tomó como base los criterios de Round et al. (1990), en las categorías específicas de orden y familias, para el caso de géneros y especies se utilizó literatura especializada de para cada grupo de especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de diatomeas en el Estero El Tamarindo fue de 20 Órdenes, 32 familias, 58 géneros, 125 especies, 1 variedad y 1 forma (Cuadro 1), siendo Coscinodiscales y Naviculales los órdenes con mayores familias con cuatro respectivamente, las familias mejor representadas fueron Chaetocerotae con 17 especies, Coscinodiscaceae con 11 y Rhizosoleniaceae con nueve; asimismo, los géneros

de diatomeas con mayor número de especies fueron: *Chaetoceros* con 17 especies, seguidos por *Coscinodiscus* con 11 y *Rhizosolenia* con nueve (Cuadro 1).

Las diatomeas presentan una alta riqueza de especies (10,000 a 12,000 especies descri-

tas) y son probablemente los eucariotas más abundantes en el medio acuático, en términos de su contribución a la productividad global, las diatomeas son los fotosintetizadores acuáticos más importantes del fitoplancton de todos los cuerpos de agua (Cubas, 2008).

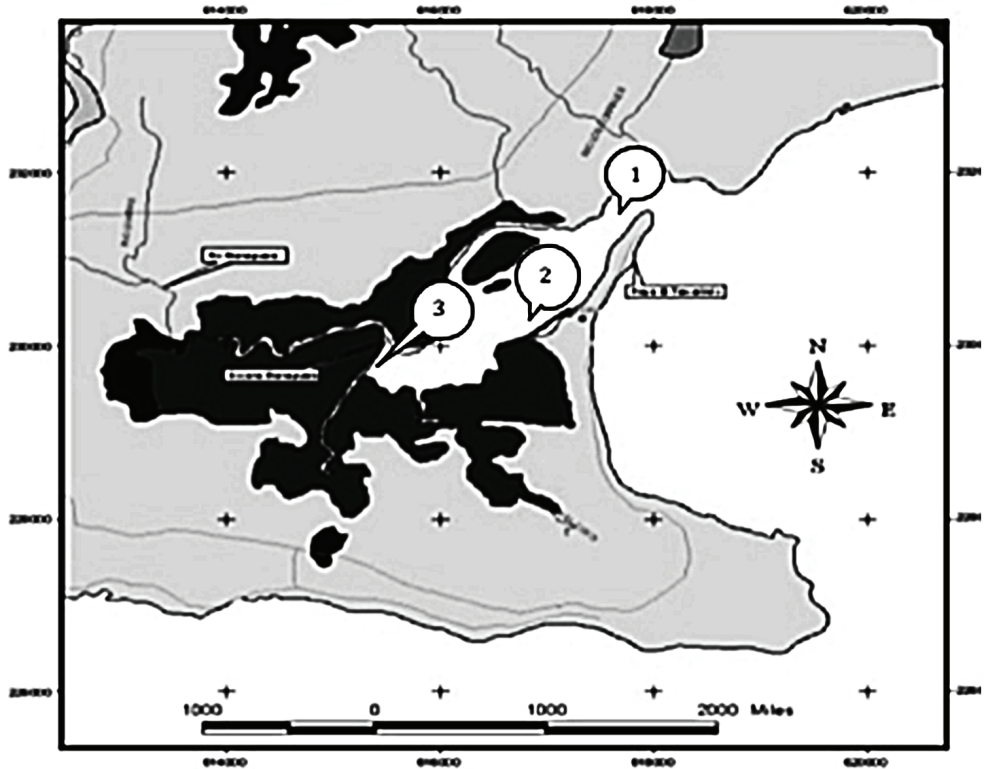


Figura 1. Estaciones de muestreo en el estero El Tamarindo: 1) La Bocana, 2) Gasolinera; 3) Canal Ñanga. Septiembre de 2004 a Noviembre de 2005.

Los géneros que presentaron mayor riqueza de especies fueron *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* y *Thalassiosira*, lo cual concuerda con lo encontrado en Bahía de Concepción, Baja California (Verdugo-Díaz 1997) y en la costa litoral de Andalucía (Rivera-González y Sánchez-Castillo 2010). El género *Chaetoceros* es un componente importante del plancton marino por presentar amplia distribución mundial, alta diversidad y biomasa, con un aproximado de 400 especies descritas en los ambientes marinos de todo el mundo, ya sea en aguas neríticas u oceánicas y con unas

pocas especies de ambientes continentales o estuarios (Sunesen et al. 2008). Junto a *Coscinodiscus* y *Thalassiosira* se consideran los géneros planctónicos marinos con mayor diversidad de especies y amplia distribución (Rines y Hargraves 1988, Jensen y Moestrup 1998, Sunesen et al. 2008).

La importancia de este género radica por el uso frecuente que se le da, al ser utilizado en la alimentación de larvas de camarones penidos como es el caso de la especie *Chaetoceros muelleri* (Apt y Behrens 1999, Farías-Molina 2001, Voltolina y López-Elías 2002). Las diatomeas

centrales del género *Coscinodiscus* pertenecen a un grupo importante del fitoplancton marino, algunas especies son indicadoras de condiciones marinas ricas en nutrientes o de surgencias (Smayda 1975, Estrada and Blasco 1979, Marshall y Cohn 1987), son utilizadas en experimentos fisiológicos y de reproducción (Schmid 1986, 1990, 1995, Nagai and Manabe 1994), mientras que otras se emplean en estudios de sedimentología y bioestratigrafía por la presencia de especies en periodos geológicos bien definidos (Sancetta and Silvestri 1984). Las especies de *Coscinodiscus* son también importantes en estudios de evolución, pues son consideradas ancestros clásicos de otros grupos de diatomeas centrales (Simonsen, 1979).

Las diatomeas son organismos predominantemente autótrofos u holofíticos, que constituyen materia orgánica de materiales inorgánicos presentes en el medio acuático, este atributo les hace ser una fuente mayor y directa de alimento para los animales en la columna de agua y en el sedimento (Day et al. 1989). En la actualidad el reconocimiento y la utilización de diferentes grupos taxonómicos -entre los que sobresalen las diatomeas- son considerados elementos definitorios y complementarios en la determinación de la calidad biológica de los ambientes acuáticos.

Las diatomeas se han utilizado para supervisar el cambio ambiental, ya que responden rápida y sensiblemente a cambios físicos, químicos y biológicos que se producen en su entorno (Day et al. 1989). Además, su amplia distribución (Min and Hwan 2011), su fácil recolección y preservación, las hace aptas para la revisión taxonómica, algo importante si se considera que la evaluación de las condiciones ambientales de los ecosistemas acuáticos se puede basar en una sola especie, un grupo de especies o en asociaciones (López y Siqueiros, 2011). Según Iliana (2008), el empleo de las diatomeas vivas como indicadores ecológicos de la calidad del agua está avalado por muchos estudios, siendo buenos indicadores de la salud de los ecosistemas acuáticos, ya que responden rápidamente a los cambios que se producen en el medio, ya sean físicos,

químicos o biológicos.

RESUMEN

Durante Septiembre de 2004 a Noviembre de 2005, se obtuvieron muestras de fitoplancton en tres sitios del Estero El Tamarino, estuario perteneciente al Golfo de Fonseca. Se realizaron arrastres horizontales superficiales. El análisis cualitativo muestra una comunidad diatomológica muy diversa, con el género *Chaetoceros* como grupo dominante con 17 especies reportadas, seguido de *Coscinodiscus* con 11 especies y *Rhizosolenia* con 9 especies. Todas estas especies representan nuevos registros para la localidad, aumentando así las especies registradas para los estuarios salvadoreños.

Palabras Clave: Bacillariophyceae, diatomeas, Estero El Tamarino, Golfo de Fonseca

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apt KE, Behrens PW. 1999. Commercial developments in microalgal biotechnology. *J Phycol* 35:215–226.
- Barocio-León OA, Millán-Núñez R, Santamaría del Ángel E, González-Silvera A. 2007. Productividad primaria del fitoplancton en la zona eufótica del Sistema de la Corriente de California estimada mediante imágenes del CZCS. *Ciencias Marinas* 33(1): 59-72.
- Cubas P. 2008. Curso de Botánica. Bacillariophyta (Diatomeas) 3 p. [en línea] disponible en http://www.aulados.net/Botanica/Curso_Botanica/Diatomeas/6_Bacillariophyta_texto.pdf.
- Day JW, Hall CH, Kemp M, Yáñez-Arancibia A. 1989. *Estuarine ecology*. Wiley Interscience, John Wiley and Sons Inc., New York, E.U.A.
- Edlund MB, Stoermer EF. 1997. Review: Ecological, evolutionary, and systematic sig-

- nificance of diatom life histories. *J. Phycol.* 33: 897-918.
- Estrada M, Blasco D. 1979. Two phases of the phytoplankton community in the Baja California upwelling. *Limnol. Oceanogr.* 24: 1065-1080.
- Fariás-Molina A. 2001. Nutrición en moluscos pectínidos. 89-104. En: Maeda-Martínez AN. (Ed.). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: ciencia y acuicultura. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. México D.F.
- Gutiérrez A, Menjivar RF. 1987. Lista Preliminar del Fitoplancton del Puerto de La Libertad. Editorial Universitaria. Cuaderno Universitario N° 14. San Salvador, El Salvador.
- Hasle GR, Fryxell GA. 1995. Taxonomy of diatoms. 339-364. En: Hallegraeff GM, Anderson DM, Cembella AD. (Eds.). Manual of harmful marine microalgae. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. París, Francia.
- Hernández-Becerril DU. 2000. Morfología y taxonomía de algunas especies de diatomeas del género *Coscinodiscus* de las costas del Pacífico mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 48(1): 7-18.
- Illana C. 2008. Usos industriales de las algas diatomeas. *Quercus* 267 32-37.
- Jensen K, Moestrup Ø. 1998. The genus *Chaetoceros* (Bacillariophyceae) in inner Danish coastal waters. *Opera Botanica* 133: 1-68.
- Kahru M, Mitchell G. 2001. Seasonal and nonseasonal variability of satellite-derived chlorophyll and colored dissolved organic matter concentrations in the California Current. *J. Geophys. Res.* 160: 2517-2529.
- López F, Siqueiros B. 2011. Las diatomeas como indicadores de la calidad ecológica de los oasis de Baja California Sur, México. *CONABIO. Biodiversitas.* 99:8-11.
- Lozano-Duque Y, Vidal LA, Navas GR. 2010. Listado de diatomeas (Bacillariophyta) registradas para el Mar Caribe Colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 39(1). 83-116.
- Lugo A, Snedaker S. 1974. The Ecology of Mangroves. *Ann. Rev. Ec. Sys.* 5: 39-64.
- Mariona C, Cuéllar M. 2007. Abundancia y distribución de dinoflagelados (Dinophyceae-Desmophyceae) y diatomeas (Bacillariophyceae) con énfasis en las especies nocivas en tres sitios de la zona costera de El Salvador. Tesis de Licenciatura en Biología, Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, San salvador, El Salvador.
- Marshall HG, Cohn M. 1987. Phytoplankton composition of the New York Bight and adjacent waters. *J. Plankton Res.* 9: 267-276.
- Menjivar RF. 1985. Avance sobre un inventario de diatomeas presentes en Bahía de Jiquilisco. Tesis de Licenciatura en Biología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Humanidades, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Menjivar RF. 1994. Distribución, abundancia y diversidad de las diatomeas planctónicas de la Bahía de Jiquilisco (El Salvador). Anales del simposio de ecosistemas de manglares en el Pacífico Centroamericano. San Salvador, El Salvador.
- Min S, Hwan J. 2011. Morphology and distribution of some marine diatoms, family Rhizosoleniaceae, genus *Proboscia*, *Neocalyptrella*, *Pseudosolenia*, *Guinardia*, and *Dactyliosolen* in Korean coastal waters. *Algae* 2011, 26(4): 299-315.
- Nagai S, Manabe T. 1994. Auxospore for-

- mation of a giant diatom, *Coscinodiscus wailiesii* (Bacillariophyceae), in culture. Bull. Plankton Soco Japan 40: 151-167.
- Rines JEB, Hargraves PE. 1988. The *Chaetoceros Ehrenberg* (Bacillariophyceae) flora of Narragansett Bay, Rhode Island, U.S.A. Biblio. Phycol., 79: 1-196.
- Rivera-González MC, Sánchez-Castillo M. 2010. Diatomeas planctónicas del litoral de Andalucía (España). Acta Botánica Malacitana 36: 5-31.
- Round FE, Crawford RM, Mann DG. 1990. The Diatoms. Biology & Morphology of the genera. Cambridge Press.
- Sancetta C, Silvestri S. 1984. Diatom stratigraphy of the late Pleistocene (Brunhes) subarctic Pacifico Mar. Micropaleontol. 9: 263-274.
- Schmid AM. 1995. Sexual reproduction in *Coscinodiscus granii* Gough in culture: a preliminary report Proc. 13th Internat. Diatom Symp. Biopress, Bristol. 139-159.
- Schmid AM. 1990. Intraclonal variation in the valve structure of *Coscinodiscus wailiesii* Gran et Angst. Nova Hedwigia, Beih. 100: 101-119.
- Schmid AM. 1986. Wall morphogenesis in *Coscinodiscus wailiesii* Gran et Angst. n. Cytoplasmic events of valve morphogenesis, p. 293-314. In M. Ricard (ed). ProC. 8th Internat. Diatom Symp. Paris, 1984. Koeltz, Koenigstein.
- Simonsen R. 1979. The diatom system: ideas on phylogeny. Bacillaria 2: 1-71.
- Smayda T. 1975. Net phytoplankton and the greater than 20 micron phytoplankton size fraction in up-welling waters off Baja California. Fish. Bull. 73: 38-50.
- Snoeijs P, Busse S, Potatova M. 2002. The importance of diatom cell size in community analysis. Journal of Phycology. 38: 265-272.
- Sournia A, Chrdtiennot-Dinet MJ, Ricard M. 1991. Marine phytoplankton: how many species in the world ocean? J. Plankton Res., 13 (5): 1093-1099.
- Sunesen I, Hernández-Becerril DU, Sar EA. 2008. Marine diatoms from Buenos Aires coastal waters (Argentina). V. Species of the genus *Chaetoceros*. Rev. biol. mar. Ocean., 43 (2): 303-326.
- Tomas C. 1997. Identifying marine phytoplankton. Academic Press. New York.
- Verdugo Díaz, G. 1997. Cambios estacionales del fitoplancton y de la composición bioquímica del material orgánico particulado en Bahía Concepción, B.C.S.. Tesis de Maestría. La Paz, Baja California Sur, México, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, México.
- Voltolina D, López-Elías JA. 2002. Cultivos de apoyo: tendencias e innovaciones. En: L.R. Martínez-Córdova (Eds.). Camaronicultura, avances y tendencias. AGT Editores, México, D.F.
- Werner, D. 1977. The Biology of the Diatoms (Ed.). University of California Press, Berkeley. 498 pp.
- Wiebe HC, Gersonde R, Medlin LK, Mann DD. 2007. The origin and evolution of diatoms: their adaptation to a planktonic existence. P 207-250. In: Falowski P, Knoll A. (eds). Evolution of primary producers in the Sea. Oxford, United Kingdom.

CUADRO 1

Volumen Listado de especies reportadas para el Estero El Tamarindo, Departamento de La Unión. Septiembre 2004-Noviembre de 2005.

Filo Chrisophyta, Clase Bacillariophyceae						
Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad		
THALASSIOSIRALES	Thalassiosiraceae	<i>Planktoniella</i>	<i>muriformis</i>	Loeblich, Wight & Darley 1968		
		<i>Thalassiosira</i>	<i>eccentrica</i>	Ehrenberg 1840		
	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema</i>	<i>costatum</i>	Cleve 1873		
	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	<i>stylorum</i>	Brightwell		
MELOSIRALES	Stephanopyxidaceae	<i>Lauderia</i>	<i>annulata</i>	Cleve 1873		
		<i>Stephanopyxis</i>	<i>palmeriana</i>	(Greville) Grunow 1884		
			<i>turris</i>	(Greville & Artnott) Ralfs in Pritchard 1861		
COSCONODISCALES	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i>	<i>asteromphalus</i>	Ehrenberg 1844		
			<i>centralis</i>	Ehrenberg		
			<i>curvatus</i>	Grunow (1878) in Schmidt et al.		
			<i>gigas</i>	Ehrenberg (1841)		
			<i>granii</i>	Gough 1905		
			<i>jonesianus</i>	(Greville) Ostenfeld 1915		
			<i>marginatus</i>	Ehrenberg 1844		
			<i>radiatus</i>	Ehrenberg 1840		
			<i>radiatus var. 1</i>	Ehrenberg 1854		
			<i>rothii</i>	(Ehrenberg) Grunow		
			<i>walesii</i>	Gran & Angst 1931		
			<i>Pyxidicula</i>	<i>cruciata</i>	Ehrenberg 1838	
			<i>Gossleriella</i>	<i>tropica</i>	Shutt	
			Aulacodiscaceae	<i>Aulacodiscus</i>	<i>argus</i>	(Ehrenberg) Schmidt 1886
					<i>beeveriae</i>	Johnson ex Pritchard 1861
	<i>margaritaceus</i>	Ralf in Pritchard 1861				
	<i>sp</i>	Ehrenberg				
	Heliopeltaceae	<i>Actinoptychus</i>	<i>campanulifer</i>	Schmidt in Schmidt et al. 1875		
			<i>senarius</i>	Ehrenberg 1843		
<i>vulgaris</i>			Schumann 1864			
Hemidiscaceae	<i>Actinocyclus</i>	<i>curvatus</i>	Janish (1874) in Schmidt et al. 1878			
		<i>octonarius</i>	Ehrenberg 1837			
		<i>Eucampia</i>	<i>cornuta</i>	(Cleve) Grunow in Van Heurck 1883		
		<i>groenlandica</i>	Cleve 1896			
		<i>zodiacus</i>	Ehrenberg 1839			
TRICERATIALES	Triceratiaceae	<i>Odontella</i>	<i>aurita</i>	(Lyngbye) C.A. Agardh 1832		
			<i>mobiliensis</i>	(J.W. Bailey) Grunow 1884		
			<i>regia</i>	(Schultze) Simonsen		
			<i>sinensis</i>	(Greville) Grunow 1884		
		<i>Triceratium</i>	<i>favus</i>	Ehrenberg 1939		
		<i>Cerataulus</i>	<i>californicus</i>	Schmidt (1888) in Schmidt et al.		
		<i>Eupodiscus</i>	<i>radiatus</i>	Bailey 1851		
BIDDULPHIALES	Biddulphiaceae	<i>Biddulphia</i>	<i>alternans</i>	(Bailey) Van Heurck 1885		
		<i>Terpsinoe</i>	<i>musica</i>	Ehrenberg 1843		
HEMIAULALES	Hemiaulaceae	<i>Hemiaulus</i>	<i>hauckii</i>	Grunow in Van Heurck 1882		
			<i>membranaceus</i>	Cleve 1873		
			<i>sinensis</i>	Greville 1865		
		<i>Cerataulina</i>	<i>bicornis</i>	(Ehrenberg) Hasle 1985		
			<i>pelagica</i>	(Cleve) Hendey 1937		
			<i>Climacodium</i>	<i>frauenfeldianum</i>	Grunow 1868	
			Streptothecaceae	<i>Helicotheca</i>	<i>tamesis</i>	(Shrubsole) Richard 1987
Bellerochaecae	<i>Neostreptotheca</i>	<i>subindica</i>	von Stosch			

Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad		
LITHODESMIALES	Lithodesmiaceae	<i>Lithodesmium</i>	<i>unudulatum</i>	Erenberg (1839)		
		<i>Ditylum</i>	<i>brightwelli</i>	(T. West) Grunow in Van Heurck 1885		
			<i>sol</i>	(Grunow) De Toni 1894		
CORETHRALES	Corethraceae	<i>Corethron</i>	<i>criophyllum</i>	Castracane 1886		
RHIZOSOLENIALES	Rhizosoleniaceae	<i>Rhizosolenia</i>	<i>castracanei</i>	H. Peragallo 1888		
			<i>crassa</i>	Schimper 1905		
			<i>formosa</i>	H. Peragallo 1888		
			<i>hyalina</i>	Ostenfeld in Ostenfeld & Schmidt 1901		
			<i>imbricata</i>	Brightwell 1858		
			<i>pungens</i>	Cleve-Euler 1937		
			<i>setigera</i>	Brightwell 1858		
			<i>striata</i>	Greville 1864		
			<i>styliformis</i>	Brightwell 1858		
			<i>Proboscia</i>	<i>alata</i>	(Brightwell) Sundström 1986	
			<i>Pseudosolenia</i>	<i>calcar-avis</i>	(Schultze) B.G. Sundström 1986	
			<i>Guinardia</i>	<i>cylindrus</i>	(Cleve) Hasle 1996	
				<i>flaccida</i>	(Castracane) H. Peragallo 1892	
		<i>striata</i>		(Stolterfoth) Hasle in Hasle & Syvertsen 1996		
		<i>Dactyliosolen</i>		<i>c.f. antarcticus</i>	Castracane 1886	
		CHAETOCEROTALES	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros</i>	<i>blavyanus</i>	(H. Peragallo) Hasle 1975
					<i>fragilissimus</i>	(Bergon) Hasle & Syvertsen 1996
					<i>phuketensis</i>	(Sundström) Hasle in Hasle & Syvertsen 1996
					<i>robusta</i>	Hernández-Becerril y Meave del Castillo 1997
					<i>affinis</i>	Lauder 1864
<i>borealis</i>	Bailey 1854					
<i>coarctatum</i>	Lauder 1864					
<i>compressus</i>	Lauder 1864					
<i>constrictus</i>	Gran 1897					
<i>costatus</i>	Pavillard 1911					
LEPTOCYLINDRALES	Leptocylindraceae	<i>Leptocylindrus</i>	<i>curvisetus</i>	Cleve 1889		
			<i>decipiens</i>	Cleve 1873		
			<i>didymus</i>	Ehrenberg 1845		
			<i>diversus</i>	Cleve 1873		
			<i>lacinosus</i>	Schütt 1895		
			<i>lorenzianus</i>	Grunow 1863		
			<i>pelagicus</i>	Cleve		
			<i>pendulus</i>	Karsten 1905		
			<i>peruvianus</i>	Brightwell 1856		
			<i>subtilis</i>	Cleve 1896		
			<i>wighamii</i>	Brightwell 1856		
			<i>Bacteriastrum</i>	<i>furcatum</i>	Shadbolt 1854	
				<i>hyalinum</i>	Lauder 1864	
FRAGILARIALES	Fragilariaceae	<i>Asterionellopsis</i>	<i>danicus</i>	Cleve 1889		
			<i>minimus</i>	Gran 1915		
FRAGILARIALES	Fragilariaceae	<i>Asterionellopsis</i>	<i>glacialis</i>	(Castracane) Round in Round et al. 1990		
			<i>Bleakeleya</i>	<i>notata</i>	(Grunow) Round in Round et al. 1990	
			<i>Fragilaria</i>	<i>striatula</i>	Lynge 1819	
THALASSIONEMATALES	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i>	<i>frauenfeldii</i>	(Grunow) Tempère y Peragallo 1910		
			<i>nitzschioides</i>	(Grunow) Mereschkowsky 1902		
			<i>Thalassiothrix</i>	<i>cf. longissima</i>	Cleve & Grunow 1880	
THALASSIOPHYSALES	Catenulaceae	<i>Amphora</i>	<i>sp</i>	Ehrenberg		

Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad	
NAVICULALES	Naviculaceae	<i>Trachyneis</i>	<i>aspera</i>	(Ehrenberg) Cleve 1894	
		<i>Meuniera</i>	<i>membranacea</i>	(Cleve) P.C. Silva 1996	
	Pleurosigmataceae	<i>Pleurosigma</i>	<i>angulatum</i>	(Quekett) Wm. Smith 1852	
			<i>formosum</i>	Wm. Smith 1852	
			<i>sp 1</i>	Wm. Smith	
		<i>Gyrosigma</i>	<i>balticum</i>	(Ehrenberg) Rabenhorst 1853	
			<i>cf. spencerii</i>	(Quekett) Cleve 1894	
	Diploneidaceae	<i>Diploneis</i>	<i>weissflogii</i>	(Schmidt) Cleve 1894	
	Plagiotropidaceae	<i>Plagiotropis</i>	<i>sp</i>	Cleve	
BACILLARIALES	Bacillariaceae	<i>Bacillaria</i>	<i>paxillifer</i>	O.F. Müller 1901	
		<i>Nitzschia</i>	<i>longissima</i>	(Brébisson <i>in</i> Kützing) Ralfs <i>in</i> Pritchard 1861	
			<i>sigma</i>	(Kützing) Wm Smith 1853	
			<i>sublinearis</i>	Hustedt 1930	
				<i>sp</i>	Hassall
			<i>Pseudonitzschia</i>	<i>cf. delicatissima</i>	(Cleve) Heiden <i>in</i> Heiden & Kolbe 1928
				<i>cf. pungens</i>	(Grunow <i>ex</i> Cleve) Hasle 1993
	<i>Cylindrotheca</i>	<i>closterium</i>	(Ehrenberg) Reimann y Lewin 1964		
SURIRERALLLES	Entomeneidaceae	<i>Entomoneis</i>	<i>alata</i>	(Ehrenberg) Ehrenberg 1845	
	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	<i>brebissonii</i>	Krammer & Lange-Bertalot 1987	
<i>fastuosa</i>			Ehrenberg 1843		
<i>febigerii</i>			Lewis 1861		
PARALIALES	Paraliaceae	<i>Paralia</i>	<i>sulcata</i>	(Ehrenberg) Cleve 1873	
STRIATELLALES	Striatellaceae	<i>Grammatophora</i>	<i>hamulifera</i>	Kützing 1844	
			<i>marina</i>	(Lyngbye) Kützing 1844	
LICMOPHORALES	Licmophoraceae	<i>Licmophora</i>	<i>abbreviata</i>	Agardh 1831	

**Primer registro de *Helcystogramma* sp.
(Lepidoptera: Gelechiidae) en Cuba.**

Morales¹ A, Z. Guerrero², D. Rodríguez¹.

1 Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. Apartado 6, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba; taxonomia@inivit.cu; geneticafer@inivit.cu

2 Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. El Salvador, C.A.; zoila.guerrero@ues.edu.sv

Recibido 06-XI-2014. Corregido 20-III-15. Aceptado 16-VI-15.

Abstract. Primer registro de *Helcystogramma* sp. (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cuba. *Helcystogramma* sp. is a new species of microlepidoptera affecting from planting to sweet potato (*I. batatas* L. Lam.) harvest crop in Cuba. Due to the lack of knowledge and limited literature related with the *Helcystogramma* genus in our country, the goal of this study was to know the bioecological aspects of such microlepidoptera, in order to provide new insights for future management of this pest. The study was conducted from September 2013 to September 2014 at the Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops, Bananas and Plantains (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Insects were studied by direct observation in sweet potato (*I. batatas*) fields. The microlepidoptera larvae is very agile, folds the sheet which sticks with silk threads, creating a protection for its development to the pupal stage. The larvae will feed in the cavity from the same leaf without affecting the lower epidermis. Their populations have increased significantly, reaching 20 larvae / m² in summer. The species *Helcystogramma* sp., is cited for the first time in Cuba and it is reported as a new species of insect that feeds on sweet potato leaves.

Keywords: new species, microlepidoptera, *Helcystogramma*, sweet potato.

Lepidoptera es el segundo orden más numeroso de la clase Insecta, después de Coleoptera (Pathania and Kaur, 2010), se han registrado alrededor de 150,000 especies de insectos pertenecientes a este orden, de las cuales 1,590 se han descrito para Cuba (Barro y Núñez, 2011). El género *Helcystogramma* incluye 93 especies a nivel mundial (Ponomarenko 1997), y hasta la fecha solo una especie ha sido registrada para Cuba, *Helcystogramma hibisci* Stainton, 1859 (Barro y Núñez 2011).

Algunas especies pertenecientes a este género son consideradas plagas de cultivos en el mundo, como es el caso de *Helcystogramma convolvuli* Walsingham en plantaciones de boniato (*I. batatas* L. Lam.) (Pathania and Kaur, 2010), la especie actual que se registra para Cuba, también ataca el boniato. Debido a la falta de conocimientos y a la escasa bibliografía relacionada con las especies del género *Helcystogramma* en nuestro país, nos propusimos el objetivo de conocer aspectos bio-ecológicos de este microlepidóptero, con

la finalidad de proporcionar nuevos conocimientos para un futuro manejo de esta plaga en las plantaciones boniato en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó desde septiembre 2013 a septiembre de 2014, en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Los insectos se estudiaron por observación directa en dos campos de *I. batatas* plantadas con los clones CEMSA 78-354 e INIVIT B2-2005. Se realizaron recolectas de larvas, las cuales fueron trasladadas al Laboratorio de Entomología del INIVIT, donde se colocaron individualmente en placas Petri de 9 cm de diámetro, se les suministró hojas nuevas de boniato diariamente hasta alcanzar el estado de pupa. Una vez que emergieron los adultos se colocaron en jaulas cilíndricas de estructuras de acero de 40 cm de diámetro x 50 cm de alto y forradas con malla antiafido; los alimentos

para este estado fueron agua y miel de abejas a 15 % suministrados diariamente.

RESULTADOS

Helcystogramma sp. deposita los huevos aislados (Generalmente uno por hoja por el envés), son ovals y de color blanco amarillento. Este estado dura entre dos a cuatro días. La larva de este microlepidóptero (Figura 1) es muy ágil, tiene cabeza, los tres segmentos torácicos y los tres pares de patas de color negro; en el espacio inter-segmental entre el mesotórax y metatórax presenta unas manchas

blancas pequeñas en la parte dorsal y lateral. La larva dobla la hoja (Figura 2), la cual pega con hilos de seda, creando una protección para su desarrollo hasta el estado de pupa, alimentándose dentro de esta cavidad a partir de la misma hoja, dejando la epidermis inferior intacta (Figura 3). El estado larval dura entre ocho a diez días.

En la fase de pre-pupa, la larva se torna amarillenta y deja de comer; esta fase dura entre uno a dos días. La pupa es obtecta (Figura 4), fase que puede realizar tanto en el suelo como dentro de la hoja pegada con una duración de cinco a siete días. El adulto (Figura 5)



Figura 1. Ejemplar de larva de *Helcystogramma sp.*, La Habana, Cuba.

es color pardo oscuro, con el centro de las hojas anteriores moteado en amarillo, de hábitos nocturnos y solo vive entre cuatro a seis días.

Helcystogramma sp. se cita por primera vez para Cuba y además se registra como una nueva especie de insecto que se alimenta del

boniato. Por primera vez fue observado en áreas de boniato del INIVIT en el año 2011 y cada año hasta la fecha sus poblaciones han aumentado considerablemente, llegando a 20 larvas/m² en verano y alrededor de 12 en época de invierno.



Figura 2. Hoja de camote doblada y pegada por *Helcystogramma sp.*, La Habana, Cuba.

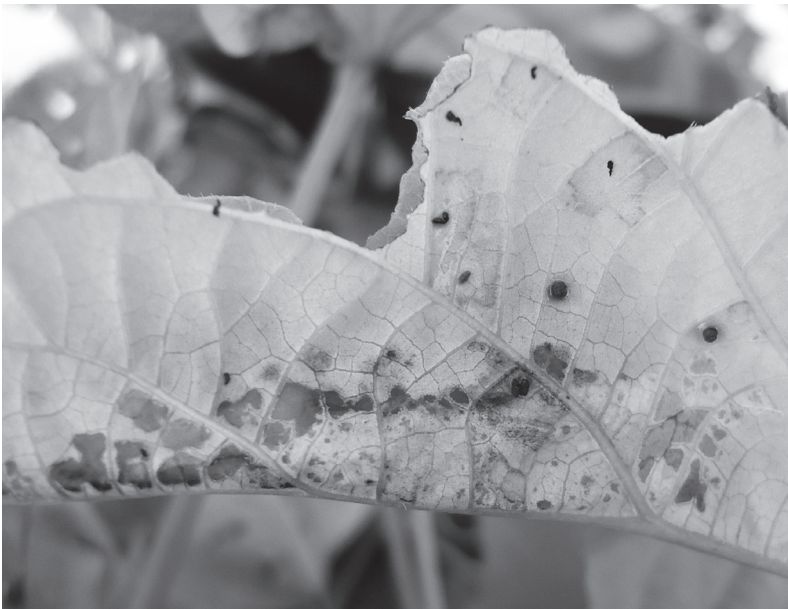


Figura 3. Epidermis inferior intacta de hoja de camote producto del daño de *Helcystogramma sp.*, La Habana, Cuba.



Figura 4. Ejemplar de la pupa de *Helcystogramma sp.*, La Habana, Cuba.



Figura 5. Ejemplar adulto de *Helcystogramma sp.*, La Habana, Cuba.

DISCUSIÓN

De acuerdo con el hábito alimentario estas plagas se denominan pega-pega (Leaf Folders), generalmente solo pega una hoja durante su estado larval, alimentándose dentro de la cavidad sin salir. Esto le confiere mayor resistencia a los enemigos naturales e insecticidas químicos y biológicos. Según Huertas (2008) *Helcystogramma triannulella* suele hacer varios refugios de hojas dobladas, encontrándose muchas vacías, quizás por huir rápidamente de algún peligro, arrojándose al suelo. Este hábito no fue observado en esta especie, ya que en todos los casos evaluados, existía la larva o la pupa dentro de la hoja. La importancia del daño del insecto radica en que, al consumir directamente las hojas de boniato y pegarlas, afecta directamente el proceso de fotosíntesis, respiración y transpiración, y finalmente los rendimientos. En tanto la larva cesa de alimentarse y la cutícula larval se desprende de la hipodermis, entra en un período de quiescencia.

El mayor o menor número de días en sus diferentes estados, está estrechamente influenciado por la temperatura, por lo que, en los meses de junio a septiembre se produce un incremento de sus poblaciones, disminuyendo a medida que bajan las temperaturas en los meses de diciembre a febrero. Por su parte, Ames et al. (1996) resalta que el período promedio de duración del estado larval es de 11 días, y el ciclo biológico (Huevo-muerte del adulto) se completa como promedio en 25 días.

RESUMEN

Helcystogramma sp., es una nueva especie de microlepidóptero que afecta desde la siembra hasta la cosecha del boniato o camote (*Ipomoea batatas* L. Lam.) en Cuba. Debido a la falta de conocimientos y a la escasa bibliografía relacionada con las especies del género *Helcystogramma* en nuestro país, nos propusimos como objetivo conocer aspectos bio-ecológicos de este microlepidóptero, con la finalidad de proporcionar nuevos conocimientos para un futuro manejo de esta plaga. El

trabajo se realizó desde septiembre 2013 a septiembre de 2014, en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. Los insectos se estudiaron por observación directa en campos de *I. batatas*. La larva de este microlepidóptero es muy ágil, dobla la hoja, la cual pega con hilos de seda, creando una protección para su desarrollo hasta el estado de pupa, se alimenta dentro de esta cavidad a partir de la misma hoja, sin afectar la epidermis inferior. Sus poblaciones han aumentado considerablemente, llegando a 20 larvas/m² en verano. La especie *Helcystogramma* sp., se cita por primera vez para Cuba y además se registra como una nueva especie de insecto que se alimenta del boniato.

Palabras clave: nueva especie, microlepidóptero, *Helcystogramma*, boniato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barro A, Nuñez R. 2011. Lepidópteros de Cuba. Spartacus-sääti-Spartacus Foundation y Sociedad Cubana de Zoología. La Habana, Cuba.
- Huertas DM. 2008. Estados inmaduros de Lepidoptera (XXXII). *Helcystogramma triannulella* (Herrich-Schäffer, 1854) en Huelva, España (Lepidoptera: Gelechiidae). SHILAP Rev. Lepid. 36 (142): 149-154.
- Pathania P, Kaur S. 2010. A Checklist of Microlepidoptera of India (Part-II: Gelechiidae). Zool. Surv. Ind.
- Ponomarenko MG. 1997. Catalogue of the Subfamilia Dichomeridinae (Lepidoptera, Gelechiidae) of the Asia. Far. East. Ent. 50: 1-67.

Revista

COMUNICACIONES

CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

Volumen 1, Suplemento 1 - Septiembre 2015

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES),
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.
Ciudad Universitaria, Final Avenida Héroes y Mártires del Treinta de Julio,
San Salvador, El Salvador, América Central.

Tels. (503) 2225-1500 E-mail: icmares@ues.edu.sv

revcom.icmares@ues.edu.sv

Revista COMUNICACIONES Científicas y Tecnológicas
Universidad de El Salvador
San Salvador, El Salvador.

Nota del editor V

Alcolado PM, D. Arellano.

Lecciones aprendidas en la implementación del Manejo Integrado Costero: las experiencias demostrativas del ecosistema Sabana-Camagüey, Cuba..... 1-7

Herrera N, J. Hernández, I. Vega, L. Samayoa.

Población anidante e impacto en la pesca artesanal del cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* (Suliformes:Phalacrocoracidae), en el sitio Ramsar Cerrón Grande, El Salvador..... 8-17

Chicas-Batres FA, J. Segovia, JA. González-Leiva, L. García.

Avances y desafíos de la agenda de Cambio Climático en El Salvador.....18-31

Menjívar R, T. Orantes-Ramos.

Listado de diatomeas del Estero El Tamarindo, Golfo de Fonseca, Sector El Salvador 2004-2005..... 42-46

Morales A, Z. Guerrero, D. Rodríguez.

Primer registro de *Helcystogramma sp.* (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cuba..... 47-51