

Estrategias Integradas de Mitigación y Adaptación a Cambios Globales

Esta obra es una contribución de la Red CYTED 406RT0285 Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica.

Impreso en argentina, Buenos Aires

Edición: Lucas Fernández Reyes, Alejandra V. Volpedo y Alejo Perez Carrera

Buenos Aires, Argentina, diciembre 2009

ISBN: 978-987-96413-9-2

Estrategias Integradas de Mitigación y Adaptación a Cambios Globales

Editores

Lucas Fernández Reyes
Alejandra V. Volpedo
Alejo Perez Carrera

Red CYTED 406RT0285
Efecto de los cambios globales sobre los humedales de
Iberoamérica

PIUBACC
Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires
sobre Cambio Climático



Autoridades de la Universidad

Rector

Dr. Rubén HALLU

Vicerrectora

Dra. Beatriz GUGLIELMOTTI

Sec. General

Dr. Carlos MAS VELEZ

Sec. Ciencia y Técnica

Dr. Hugo SIRKIN

Sec. Hacienda y Administración

Lic. José Luís GIUSTI

Sec. Extensión Universitaria y Bienestar Estudiantil

Lic. Oscar GARCIA

Sec. Asuntos Académicos

Dra. Edith LITWIN

Sec. Planificación

Dra. Silvia LLOMOVATTE

|

|

Autoridades de la Secretaria General de CYTED
--

Secretario General

Dr. Fernando Aldana Mayor

Secretarios Adjuntos

Dra. Alicia Fernández Cirelli

Dr. Fernando Gutierrez

Coordinador Científico Tecnológico

Dr. Jordi Aquiló

Coordinadores Iberoeka

Dr. José Ramón Perán

Dr. Luis Jiménez Cassina

Coordinador Logístico

Dr. Carlos Monzón

Delegada Nacional CYTED por Argentina

Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - SeCyT

Directora de Relaciones Internacionales

Ing. Agueda Menvielle

**Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre
Cambio Climático (PIUBACC)**

Coordinadora General del PIUBACC

Subsecretaria de Planificación de Ciencia y Técnica

Dra. Ana María BALASZCZUK

Secretario PIUBACC

Lic. Sergio Spiugnolo

Representantes

Facultad de Agronomía

Ing. Agr. Guillermo Murphy

Ing. Agr. Liliana Spescha

*Facultad de Arquitectura, Diseño y
Urbanismo*

Dr. Juan Manuel Borthagaray

Arq. Andrea Rodriguez

Facultad de Ciencias Económicas

Dra. María Teresa Casparri

Prof. Alicia Bernardello

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Dra. Inés Camilloni

Facultad de Ciencias Sociales

Dra. Gabriela Merlinsky

Facultad de Derecho

Dra. Aurora Besalú Parkinson

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Dr. Pablo Evelson

Facultad de Filosofía y Letras

Dra. Claudia Natenzon

Facultad de Ingeniería

Ing. Rafael Seoane

Facultad de Medicina

Dr. Alejandro Berra

Dr. Carlos Trodler

Facultad de Odontología

Dra. Deborah Tasat

Facultad de Psicología

Dra. Nora Leibovich

Lic. Schelica Mozobancyk

Facultad de Veterinarias

Dr. Alejo Pérez Carrera

Dra. Alejandra Volpedo

Red CYTED 406RT0285
Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica

Coordinador Red de CYTED

Dr. Lucas Fernández

Representantes de Instituciones Participantes de la Red

ARGENTINA

Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental (FCEN-UBA)

Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (FVET-UBA)

Universidad de Buenos Aires. Argentina

Dra. Alejandra Volpedo

Centro de Investigaciones del Mar y Atmósfera (FCEN-UBA)

Universidad de Buenos Aires

Dra. Inés Camilloni

CHILE

Departamento de Ciencias Ecológicas, Universidad de Chile. Chile.

Dr. Victor Marín

COSTA RICA

Fundación para la Gestión Ambiental Participativa. Costa Rica.

MSc Juan Bravo Chacón

CUBA

Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Cuba.

Dr. Lucas Fernández

Centro del Clima. Instituto de Meteorología. CITMA. Cuba.

Dr. Paulo L. Ortíz

Departamento de Gestión y Servicios Ambientales. Instituto de Oceanología. CITMA. Cuba.

MSc Roberto Pérez

Centro de Hidrología y Calidad de Agua. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Cuba.

Dr. Fernando Ortega

BRASIL

Departamento de Ciencias Biológicas. Escola Nacional Saúde Pública

FIOCRUZ. Rio de Janeiro. Brasil.

Prof. Ulisses Confalonieri

Embrapa Pantanal. Corumbá. Brasil.

Dra. Emiko Kawakami

ESPAÑA

Facultad de Ciencias de Ourense. Universidad de Vigo. España.
Prof. Dr. Luis Gimeno

GUATEMALA

Escuela de Química, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
Dr. Juan Francisco Pérez

PANAMA

Unidad Técnica de Cambio Climático. Autoridad Nacional del Ambiente. Panamá.
MSc René López

PARAGUAY

Departamento de Botánica, Dirección de Investigación, Facultad de Ciencias Químicas,
Universidad Nacional de Asunción. Paraguay.
Dra. Fátima Mereles

Comité Nacional de Humedales del Paraguay y Fundación Moisés Bertoni.
MSc Danilo Salas

PORTUGAL

Departamento del Ambiente y Ciencias de la Tierra.
Universidade do Algarve. Portugal.
Dra. Delminda Moura

VENEZUELA

Conservación Internacional Venezuela. Caracas. Venezuela.
Dra. Anabel Rial

Estación de Investigaciones Marinas de Margarita.
Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Venezuela.
Prof. Joaquín Buitrago.

Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Venezuela.
Dr. Giuseppe Colonnello

Comité Académico y Evaluadores

Dr. Alejandro Berra

Dr. Alejandro Brazeiro

Dr. Alejo Pérez Carrera

Dr. Guillermo Murphy

Dr. Gustavo A. Thompson

Dr. Joaquin Buitrago

Dr. Juan Manuel Borthagaray

Dr. Lucas Fernández Reyes

Dr. Pablo Evelson

Dra. Alejandra Volpedo

Dra. Alicia Bernardello

Dra. Alicia Fernández Cirelli

Dra. Ana María Balaszczuk

Dra. Ana Murgida

Dra. Andrea Tombari

Dra. Aurora Besalú Parkinson

Dra. Claudia Natenzon

Dra. Deborah Tasat

Dra. Gabriela Merlinsky

Dra. Inés Camilloni

Dra. Liliana Spescha

Dra. Luisa Fronti

Dra. María Teresa Casparri

Dra. Nora Leibovich

Dra. Olga Heredia

Ing. Rafael Seoane

Lic. Daniela Fuchs

Lic. Roberta Callicó

**Serie de Monografías de las principales líneas temáticas de la RED
"Efecto de los Cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica"**

- "Efecto de los cambios globales sobre los recursos hídricos y los ecosistemas marino costeros" (2007). Alicia Fernandez Cirelli, Lucas Fernandez Reyes y Alejandra V. Volpedo. (Eds). 153 pp
- "Efecto de los cambios globales sobre biodiversidad" (2008). Alejandra V. Volpedo y Lucas Fernandez Reyes (Eds). 294pp
- "Efecto de los cambios globales sobre el ciclo del carbono" (2009). Fernando Ortega Sastriques, Lucas Fernandez Reyes y Alejandra V. Volpedo (Eds). 143pp
- "Efecto de los cambios globales sobre la salud humana y la seguridad alimentaria" (2009). Ulisses Confalonieri, Manuel Mendoza, y Lucas Fernandez Reyes (Eds). 178 pp

Estrategias Integradas de Mitigación y Adaptación a Cambios Globales

INDICE

Prólogo de los Editores	21
La Red CYTED 406RT0285 “Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica” (2006-2009). Una contribución al conocimiento de los humedales, sus amenazas y vulnerabilidades. Lucas Fernández Reyes	23
El Proyecto de biodiversidad IABIN como estrategia para el abordaje de cambios globales en ecosistemas de América Alba Puig	49
Efecto de los cambios globales sobre los sistemas naturales y socioeconómicos.	
Cenários de desenvolvimento sustentável no Pantanal em função de tendências hidroclimáticas Ivan Bergier Tavares de Lima y André Steffens Moraes	61
Campos diarios de altura geopotencial de 500 hpa en los modelos de circulación global Maria Laura Bettolli y Olga Clorinda Penalba	75
Algunas características de las precipitaciones en la región noroeste de la Argentina Rafael Hurtado, Leonardo Serio, Analía Faroni y Hernán Vich	85
Tendencias de las temperaturas máximas y mínimas en el noroeste argentino Rafael Hurtado, María Elena Fernández Long y Leonardo Serio	93
Simulaciones de la circulación atmosférica asociada a los eventos fríos extremos en el sudeste de Sudamérica en un escenario de clima futuro Gabriela V. Müller, Kelen M. Andrade, Iracema F.A. Cavalcanti y María Elena Fernandez Long	101
Detección de cambios abruptos en la precipitación anual del noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina Silvia P. Pérez; Eduardo M. Sierra; Julieta Irigoín y Marcelo J. Massobrio	111
Variabilidad interdecádica de eventos extremos de temperatura en Argentina Bárbara Tencer y Matilde Rusticucci	119
Cambios en el clima de altas latitudes durante el último siglo: análisis de la serie de temperatura de Orcadas Natalia Zazulie y Matilde Rusticucci	127

Aptitud agroclimática del cártamo y pasto varilla para la Argentina Sofía Teresa Cañas Zalazar, Stella Maris Fernanda, Rafael Horacio Hurtado, Danilo Alejandro Carnelos	135
Cambios globales y efectos ambientales en Bolívar (Pampa arenosa y Valle del Vallimanca), Buenos Aires, Argentina María Celia García	141
Escenarios de evolución de los suelos frente a diferentes escenarios de cambio climático Olga Susana Heredia, Carla Pascale y Hernan Mengoni	153
La situación hídrica de los últimos 30 años sobre la región pampeana Argentina Vanina L. Ferrero, Marcela H. González, Leonardo Serio y Rafael Hurtado	163
Incertidumbre del caudal de diseño ante cambios en las características exteriores de las tormentas. Patricia M. López y Rafael S. Seoane	175
Consecuencias de El Niño 2002 sobre las Lagunas de Trenque laúquén y Pozuelos Maggi Alejandro Esteban y Navone Stella Maris.	185
Variabilidad decadal de las situaciones hídricas extremas en el centro-noreste argentino Olga C. Penalba, Vanesa C. Pántano, Liliana B. Spescha y Guillermo M. Murphy	193
Efectos de los cambios globales sobre la diversidad y servicios ecosistémicos de ambientes acuáticos continentales en Chile. Patricio De los Ríos, Patricio Acevedo y Marcela Vega.	203
Análisis estadístico de tendencias en caudales máximos en ríos argentinos Rafael S. Seoane y Ana C. Callau	213
Percepción del cambio climático por una comunidad ganadera en los humedales del sur del Paraguay. Salas-Dueñas	229
Generación de óxido nítrico en plantas: efecto del paraquat y la suplementación con nitrato Andrea Galatro, Natalia Gorojovsky, Agustina Buet y Marcela Simontacchi	235
La biodiversidad de peces del Río de la Plata y su relación con los cambios ambientales en los últimos 40 años. Alejandra V. Volpedo, Andrea D. Tombari y Alicia Fernández Cirelli	243
Genotoxicidad <i>in vivo</i> y contaminación ambiental: ¿Conocemos lo que usamos? Alicia Leonor Basso	249

Impactos sobre los servicios ambientales, salud, indicadores psicosociales y bienestar humano.

Gestión del riesgo y dinámica del clima en grandes ciudades: el caso de Buenos Aires Silvia Graciela González,, Jesús Pablo Damián Bondioni,y Claudia Natenzon	259
Ordenamiento territorial y bienestar humano en la Ciudad de Zarate Ariel Peveri y Liliana Mabel Martinelli.	269
Cinética del metabolismo oxidativo en pulmón por exposición a contaminantes ambientales Magnani; Marchini; Tasat; Alvarez; Evelson	275
Impacto Biológico Adverso sobre las Vías Respiratorias Inducido por Material Particulado Proveniente de Sedimentos del Río Reconquista Sebastián Ariel Ferraro, Gustavo Curutchet y Deborah Ruth Tasat	285
Aportes desde la psicología para la adaptación frente a estresores medioambientales Mozobancyk;Leibovich;	297

Identificación y evaluación de las presiones sobre los sistemas naturales y antrópicos.

Intensificación ganadera y valoración del fósforo como factor de presión al sistema Susana Beatriz Gil, María Alejandra Herrero, y María Cristina Saucedo	309
Determinación del Factor de Emisión de Metano en el cultivo de arroz en Corrientes Susana Noemí Maciel, María Cristina Sanabria, Alejandro Faustino Kraemer, Alfredo Marín, Ditmar Bernardo Kurtz y Héctor Daniel Ligier.	319
Evaluación de los períodos secos ocurridos entre 1960-2008 en Argentina. Juan Antonio Rivera y Olga Clorinda Penalba	327
Utilización de microalgas como bioindicadores del deterioro de ambientes acuáticos Visitación Conforti	337
Escenarios de Cambio Climático y Aves en Argentina: problemática para su conservación Martín Andrés Díaz	349
Indicadores del suelo como aporte al conocimiento de su diversidad biológica en bosques de Chubut, Argentina. Diana Noemí Efron, Rosa Lina Defrieri, Gabriela Cristina Sarti, y María Fernanda Tortarolo.	361

El Paraguay ante el cambio climático: evaluación de la situación actual María Fátima Mereles Haydar, Sonia Delphin y Carlos Romero	371
Servicios ecosistémicos en la ecorregión Delta e islas del Paraná: consideraciones sobre usos y tendencias, y criterios para su conservación. Minotti; Kandus; Baigun; Quintana; Schivo; Borro; Morandeira; Gramuglia y Brancolini	381
Cambios en las pesquerías marinas argentinas en las dos últimas décadas: perspectivas en el marco del cambio climático. Tombari; Fuchs; Kurnet; Lozano; Callicó Fortunato; Villatarco; Volpedo	395
Modelación ecológica y económica de la extracción pesquera de consumo en los lagos amazónicos centrales: adaptación indígena local Camilo Torres-Sanabria	411
Influencia de cambios bruscos en el dínamo solar sobre el sistema climático terrestre Adrian Mario Silva	425
Políticas nacionales y sectoriales de prevención, mitigación, rehabilitación o adaptación a los cambios globales.	
Cero fósiles en 2050.transición energética en argentina: el rol de las fuentes renovables. Roque Pedace	445
El cambio climático y las energías renovables Ernesto Mario Leikis	455
Alternativas para una gestión sostenible, la gestión de riesgos y el desarrollo sostenible	
Evaluación de lípidos en residuos de café y determinación de posibles usos bioenergéticos Paz, L.M.; Chludil, H.D.; Leicach, S.R.; Mongelli, E.R.	465
Gestión local del riesgo, adaptación a la dinámica del clima y prevención de desastres. El caso de Santa Fe. Jessica Viand, A. Clavo y Claudia Natenzon	471
Los fondos ambientales universales y el cambio climático global Alberto César Moreira	485

PRÓLOGO DE LOS EDITORES

Este libro “Estrategias Integradas de Mitigación y Adaptación a Cambios Globales” es el resultado del esfuerzo conjunto de la Red "Efecto de los Cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica" del Programa CYTED y el Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre Cambio Climático (PIUBACC), quienes plasman en este volumen el esfuerzo de estos dos grupos en generar respuestas a la problemática del Cambio Climático. Ha sido elaborado a partir de los materiales presentados en el evento internacional “Estrategias Integradas de Mitigación y Adaptación a Cambios Globales” que reunió al VI Simposio Taller Internacional de la Red CYTED y las II Jornadas del Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre Cambio Climático (PIUBACC) y que se celebró del 24 al 26 de Agosto de 2009 en la Ciudad de Buenos Aires. Esta publicación constituye una importante contribución de diferentes grupos de investigación al conocimiento de los cambios globales en la región y la búsqueda de soluciones para la mitigación, rehabilitación o adaptación a los cambios.

En este libro se presentan diversas experiencias centradas en cinco ejes temáticos:

- Efecto de los cambios globales sobre los sistemas naturales y socioeconómicos.
- Impactos sobre los servicios ambientales, salud, indicadores psicosociales y bienestar humano.
- Identificación y evaluación de las presiones sobre los sistemas naturales y antrópicos.
- Políticas nacionales y sectoriales de prevención, mitigación, rehabilitación o adaptación a los cambios globales.

Dentro de estos ejes se desarrollan diferentes tópicos relacionados con el estado y tendencias de los ecosistemas, las amenazas y vulnerabilidades, la sensibilidad y capacidad de resistencia ante los cambios; los estudios de escenarios, considerando las tendencias económicas, políticas, sociales y ambientales; el papel de la cooperación de las instituciones y organismos y las políticas nacionales y sectoriales de mitigación, rehabilitación o adaptación a los cambios globales; el cambio climático y el rol de las energías renovables; los escenarios de desarrollo sustentable en función de las tendencias hidroclimáticas; los escenarios de cambio climático, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos; las tendencias de la situación hídrica e impactos sobre la economía y los ecosistemas; la actividad agropecuaria y las emisiones de gases de efecto invernadero; el papel de los fondos ambientales y el cambio climático; la modelación de los eventos climáticos; los eventos extremos y sus tendencias; la evolución de los suelos frente a diferentes escenarios de cambio climático; la variabilidad de las situaciones hídricas extremas; la gestión local del riesgo como herramienta de adaptación y prevención de desastres, entre otros temas.

La Red “Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica”, en nombre del Programa CYTED, y el Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre Cambio Climático (PIUBACC), en nombre de la Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires, expresan su agradecimiento al

numeroso colectivo de autores, a los evaluadores, revisores y comité académico, cuyo esfuerzo mancomunado ha hecho posible la elaboración de esta publicación, la cual es el producto concreto de la sinergias entre organismos y la confluencia de acciones y voluntades.

Lucas Fernández Reyes
Alejandra Volpedo
Alejo Perez Carrera

LA RED CYTED 406RT0285 “EFECTO DE LOS CAMBIOS GLOBALES SOBRE LOS HUMEDALES DE IBEROAMÉRICA” (2006-2009). Una contribución al conocimiento de los humedales, sus amenazas y vulnerabilidades.

RED CYTED 406RT0285 “Effect of global changes on wetlands in Ibero-america (2006-2009). A contribution to the knowledge of wetlands threats and vulnerabilities.

Lucas Fernández Reyes

Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados. Cuba
Calle 20 No. 4103 e/ 41 y 47, Playa, La Habana. Cuba. CP 11 300
*lfernandez@geprop.cu

RESUMEN

Los humedales contribuyen a la diversidad y productividad de la biósfera y proporcionan al hombre numerosos bienes y servicios.

La ocurrencia de procesos y fenómenos carácter global, como la deforestación, los cambios de uso de la tierra, las sequías, la desertificación, la alteración de los caudales hidrológicos, los incendios forestales, los huracanes, las inundaciones y avalanchas, entre otros, están impactando en los humedales y en los bienes y servicios que ellos proporcionan.

En la actualidad, son limitados los conocimientos que tenemos sobre el funcionamiento y la dinámica de los humedales iberoamericanos, por lo que aún no se puede estimar cómo estos ecosistemas se adaptarían a las fluctuaciones ambientales naturales y cómo responderían a las presiones extremas.

En el presente trabajo se presenta una visión sobre la contribución de la Red CYTED 406RT0285 “Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica” a la generación y difusión de conocimientos científicos y la formación de especialistas en materia de protección, conservación y gestión sostenible de los humedales de Iberoamérica. En particular, se presentan los logros alcanzados en las principales líneas temáticas relacionadas con el efecto de los cambios globales sobre: la vulnerabilidad de los recursos hídricos y ecosistemas marino-costeros; la biodiversidad, la vulnerabilidad de especies y la resiliencia; la seguridad alimentaria y la salud humana, y el ciclo del carbono. Asimismo, presentan otros temas vinculados al análisis de los cambios en el uso de la tierra y los tipos de cobertura; la identificación de indicadores de sensibilidad a los cambios globales; el desarrollo de metodologías para cuantificación de secuestro de carbono por diferentes tipos de cobertura; el desarrollo de estrategias integradas de mitigación, rehabilitación o adaptación que sirvan de soporte a las decisiones de los gobiernos, los órganos de gestión y la sociedad civil en el manejo sostenible de los humedales.

Palabras clave: cambios globales, zonas húmedas, biodiversidad, seguridad alimentaria, salud humana, captura de carbono atmosférico, vulnerabilidad de los recursos hídricos

SUMMARY

Wetlands contribute to diversity and productivity biosphere and provide to the man numerous goods and services.

The occurrence of phenomena and processes global, as deforestation, changes of land use, desertification, alteration of flows hydrological, fires forest, hurricanes, floods and avalanches, are impacting in wetlands and the goods and services that its provide.

At present, limited the knowledge we have on the functioning and the dynamics of the Latin American wetlands. This allows no estimate adaptation mechanisms the natural environmental fluctuations and responses which will give pressures extreme.

The aim of paper are a view on the contribution of Red CYTED 406RT0285 "Effect of global changes on wetlands of Ibero-America" to generation and diffusion of knowledge scientists and training of specialists in protection, conservation and sustainable management of wetlands. In particular, achievements are presented in the main topics related to the effect global changes on: the vulnerability of water and marine resources; biodiversity, species vulnerability and resilience; food safety and human health, and cycle of the carbon. Also, have other topics related to the analysis of changes in the use of land and types of coverage; the identification of sensitivity indicators to global changes; the development of methodologies for quantification of different carbon sequestration coverage; the development of integrated strategies for mitigation, rehabilitation or adaptation which give support to the decisions of governments and civil society in the sustainable management of the wetlands.

Palabras clave. Cambios globales, zonas húmedas, biodiversidad, seguridad alimentaria, salud humana, captura de carbono atmosférico, vulnerabilidad de los recursos hídricos

Key words: global changes, wetlands, biodiversity, food security, human health, atmospheric carbon capture and vulnerability of water resources

INTRODUCCIÓN

La Red 406RT0285 tiene como antecedentes a la Red Iberoamericana de Humedales XVII.C del programa CYTED (2001- 2005) la cual estuvo integrada por 64 grupos de investigación de 19 países de Iberoamérica.

La Red de Humedales XVII.C propició la capacitación y el intercambio de experiencias a más de 300 especialistas en diferentes actividades como cursos de capacitación, talleres, simposios, seminarios, pasantías, jornadas iberoamericanas y reuniones de coordinación. Más de 120 especialistas de la región recibieron capacitación técnica en los cursos programados, pasantías, jornadas iberoamericanas en los que han intervenido profesores de la Red. Los cursos recibidos han sido replicados en las instituciones de procedencia. Alrededor de 190 especialistas de la Red participaron en talleres, simposios, seminarios en los cuales se han presentado resultados de investigaciones, experiencias de gestión y manejo, trabajos con las comunidades, divulgación ambiental, entre otras. A través de las pasantías en centros de investigación y universidades de mayor desarrollo en la región se establecieron diferentes formas de cooperación (asesoría, capacitación y análisis de laboratorio especializados) para la ejecución de los proyectos de investigación sin implicar costo económico para las instituciones beneficiadas. Se publicaron tres monografías en español y portugués sobre humedales de Iberoamérica elaboradas a partir de las contribuciones de más de 90 destacados especialistas de 19 países de la región.

Mediante las publicaciones científicas y las acciones de intercambio de experiencias (talleres, simposios y seminarios) se logró recopilar abundante información sobre un amplio espectro de temas como biogeoquímica de los humedales; vegetación y fauna característica de los humedales; humedales y culturas nativas de Iberoamérica; el uso de

los humedales para actividades humanas; los humedales en los planes de ordenamiento territorial; el diagnóstico ambiental y manejo de ecosistemas acuáticos; la valoración socioeconómica de los humedales; las alteraciones en los humedales por las actividades humanas; la evaluación de riesgos y el diagnóstico de humedales en peligro; la evaluación de impactos y auditorías ambientales; los indicadores de sostenibilidad en humedales; las metodologías de estudio; la legislación y ordenamiento; el diagnóstico ambiental y manejo de ecosistemas acuáticos; el uso de humedales para tratamiento y reutilización de aguas residuales; la gestión pública y privada de los humedales: la educación para el uso racional del agua. Sin lugar a dudas, el conocimiento recopilado y su amplia divulgación a través de diversas vías ha tenido un impacto social notable y ha resultado de gran utilidad para los investigadores, docentes, gestores, tomadores de decisión, así como para el fortalecimiento de la concienciación pública en Iberoamérica sobre el tema de los humedales, su conservación y manejo sostenible.

Al concluir la Red Iberoamericana de Humedales XVII.C en 2005, se puso de manifiesto que, a pesar de haber logrado un conocimiento bastante completo sobre un amplio espectro de temas relacionados con los aspectos bióticos, físicos y socio económicos de los humedales, así como diferentes experiencias en materia de gestión, uso sostenible, manejo de conflictos y estudios interdisciplinarios en ecosistemas de humedales, quedaba, sin embargo, un tema de incuestionable relevancia que no había sido abordado y su ausencia dejaría incompleta la obra creada por esta Red. Se trataba de las amenazas a que están sometidos los humedales, especialmente el efecto de los cambios globales y su repercusión en la vulnerabilidad de los recursos hídricos y ecosistemas marino costeros, la biodiversidad, la seguridad alimentaria y la salud humana, entre otros. Obviamente, este aspecto, por su envergadura e interés científico y práctico, podría ser objeto de una Red independiente. En tal sentido, se acordó presentar a la Convocatoria CYTED 2005, una nueva Red Temática que, posteriormente fue aprobada como Red 406RT0285 "Efecto de los Cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica".

Los objetivos con que se concibió esta Red temática fueron básicamente de potenciación de los intercambios entre especialistas, capacitación de los recursos humanos y la puesta en común de metodologías de estudio y gestión de humedales.

En particular, se definieron como objetivos generales los siguientes: propiciar la cooperación entre especialistas iberoamericanos, el intercambio de experiencias y la transferencia de conocimientos acerca del efecto de los cambios globales sobre los humedales y su repercusión en tres direcciones fundamentales:

- la vulnerabilidad de los recursos hídricos y ecosistemas marino costeros;
- la biodiversidad, la vulnerabilidad de especies y la resiliencia;
- la seguridad alimentaria y la salud humana.

Asimismo, como punto de partida y complemento a las direcciones principales trabajo se plantearon los siguientes temas:

- desarrollo de metodologías para cuantificación de secuestro de carbono por diferentes tipos de cobertura ;
- análisis de los cambios en el uso de la tierra y los tipos de cobertura; identificación de indicadores de sensibilidad a los cambios globales;
- definición de indicadores de sostenibilidad en el manejo de humedales;

- desarrollo de estrategias integradas de mitigación, rehabilitación o adaptación que sirvan de base a los tomadores de decisiones, órganos de gestión y la sociedad civil en el manejo sostenible de los humedales.

Como objetivos específicos se plantearon los siguientes: sistematizar, actualizar y difundir los estudios realizados en la región acerca del impacto de los cambios globales sobre los humedales, las actividades económicas y las poblaciones locales; establecer metodologías comunes de investigación para el ordenamiento territorial y gestión ambiental de las zonas húmedas teniendo en cuenta la influencia de los cambios globales; formular proyectos de investigación que permitan profundizar las investigaciones sobre aspectos prioritarios relacionados con los cambios globales y la variabilidad como expresión primaria del cambio climático y sus efectos sobre los humedales; promover la innovación tecnológica, auspiciando la interacción entre instituciones científicas, centros docentes, empresas y administración; contribuir a la sensibilización social mediante acciones de educación ambiental y capacitación en relación con los cambios globales y su repercusión en las zonas húmedas; desarrollar los vínculos de cooperación con organismos internacionales (Convención Ramsar, Wetland Internacional, UICN, IAI, CATHALAC) vinculados al tema de estudio, gestión y la evaluación de cambios en los humedales.

La Red CYTED 406RT0285: Líneas temáticas de trabajo y logros alcanzados.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, las actividades de la Red se organizaron en seis líneas temáticas, interrelacionadas entre sí, que engloban las problemáticas prioritarias de los humedales de la región. En conformidad con las líneas temáticas seleccionadas, las actividades de la Red se orientan a la generación de conocimientos científicos y su más amplia difusión a partir de la recopilación y sistematización de la información, el establecimiento de interacciones científicas, el intercambios de experiencias, la potenciación sinérgica y coordinación de líneas investigación, intercambios y movilidad de investigadores, formación de recursos humanos, capacitación técnica y metodológica, interconsultas para la resolución de problemas concretos. A continuación se brinda una panorámica general de los temas abordados en cada línea temática y los principales resultados alcanzados.

Línea 1. Indicadores de sensibilidad a los cambios globales. Definición de indicadores de sostenibilidad en el manejo de humedales.

Existe una amplia diversidad de especies de plantas y animales que responden de manera sensible a los cambios de temperatura, composición química de las aguas y alteraciones físicas de los ecosistemas. Hay una conectividad muy fuerte entre la vegetación acuática y la calidad del agua. La vegetación acuática constituye un buen indicador de la dinámica y de las condiciones críticas del hábitat. Por ejemplo, los procesos de eutrofización con la presencia de *Myriophyllum*, *Eichhornia crassipes*, *Lemna obscura*, entre otras muchas, son una muestra evidente de la respuesta de la vegetación acuática a los excesos de nutrientes en los cuerpos de agua.

En gran parte de los humedales de Cuba, especialmente en la Ciénaga de Zapata los principales taxa nativos que pueden comportarse como invasores, según el estado de salud del ecosistema son: *Myriophyllum pinnatum* (Miriofilum), *Ceratopteris*

pteridoides (Ceratopteris), *Eichhornia crassipes* (Ova, Malangueta, Jacinto de agua), *Potamogeton illinoensis* (Espiga de agua), *Salvinia auriculata* (Lechuguilla de agua), *Pistia stratiotes* (Lechuga cimarrona, Lechuguilla).



Figura 1. *Mirophilium* y *Eichhornia crassipes*

En tierra firme existen otras especies vegetales que pueden ser utilizadas como indicadores de alteración de los ecosistemas o de manejos inadecuados.

Entre las principales especies exóticas que se comportan como invasoras en el medio terrestre se puede encontrar: *Casuarina equisetifolia* (Casuarina), *Melaleuca leucadendron* (Cayepút, Melaleuca), *Dichrostachis cinerea* (Marabú), *Terminalia catappa* (Almendro de la India), *Sesbania bispinosa* (Tamarindo de laguna), *Leucaena leucocephala* (Leucaena, Ipil-Ipil; variedades introducidas), De los *taxa* nativos que pueden tener comportamiento de planta invasora, según las afectaciones de sus ecosistemas, se destacan: *Lysiloma latisiliquum* (Soplillo), *Viguiera dentata* (Romerillo de costa), *Mimosa pellita* (Weyler), *Acacia farnesiana* (Aroma, Aroma amarilla), *Eugenia foetida* (Mije peludo), *Comocladia dentata* (Guao prieto), *Cassia spectabilis* (Palo bonito), *Tecoma stans* (Sauco amarillo), entre otras.



Figura 2. Plantas invasoras

Las especies invasoras se establecen en ecosistemas o hábitat naturales o seminaturales, constituyendo un agente de cambio que pone en peligro la diversidad biológica nativa (especies, poblaciones o ecosistemas). Las especies invasoras son organismos que han sido introducidos intencional o accidentalmente fuera de su ámbito natural (Ramsar COP7 DOC. 24, 1999).

También hay especies nativas, que ante disturbios en su hábitat responden con un comportamiento de especie invasora, sin tratarse de una especie exótica. Y aunque tales respuestas pueden interpretarse como un proceso sucesional de esas especies en su ecosistema, realmente si no se controla con técnicas adecuadas de manejo, silvícola u otras, por largo tiempo y quizás definitivo causan daños semejantes al de las especies invasoras exóticas. El control adecuado sobre las especies invasoras resulta costoso y la erradicación se vuelve casi imposible una vez que estas se establecen, sin embargo la prevención y la intervención rápida sobre las mismas, son las mejores y más rentables

técnicas que se recomienda utilizar. Siempre priorizando métodos mecánicos o biológicos sobre los métodos químicos (IGT, 2006).

Otros organismos vivos como los corales y bivalvos reaccionan de manera significativa a los cambios de temperatura y la contaminación química del agua. Los efectos principales del cambio climático sobre los arrecifes de corales se deben al aumento de la temperatura del agua y al aparente incremento de la intensidad de los huracanes. Lo primero desata nocivos eventos de blanqueamiento de corales cuando la temperatura excede en uno o más grados la máxima promedio histórica de verano por varias semanas. Aparentemente varias enfermedades infecciosas emergentes en corales se deban directa o indirectamente al aumento de la temperatura del agua. Los huracanes causan la muerte a los corales mecánicamente o por sedimentación y los ponen en desventaja competitiva con las algas que están siendo favorecidas por la falta de peces y erizos herbívoros y por contaminación por nutrientes. El incremento del nivel del mar puede ser compensado por la tasa de crecimiento vertical de los arrecifes si los corales están en buen estado. Por otra parte, la lentitud con que aumenta el nivel del mar da posibilidades a los corales de adaptarse y aclimatarse a la consecuente disminución de la intensidad luminosa. Sin embargo, el aumento del nivel del mar incrementa los procesos erosivos en el litoral lo que acarrearía una mayor tasa de sedimentación sobre los corales. Estos problemas, sumados a otros tradicionales inducidos por el hombre (contaminación, sobrepesca, daño mecánico, sedimentación, colecta de organismos.), han hecho de la degradación de los arrecifes una situación generalizada al nivel mundial (Alcolado *com. pers.*).



Figura 3. Blanqueamiento de corales

Los bivalvos, dado que son sedentarios y filtradores, también figuran como buenos indicadores de los procesos de cambio de la calidad del agua, fundamentalmente por contaminación.

Además de los indicadores biológicos, se han contemplado diversas alteraciones del medio físico que también pueden ser utilizadas como indicadores de cambios ambientales. Tal es el caso de la contracción de los glaciares altoandinos y patagónicos y, en consecuencia, el aumento de la cantidad de cuerpos de agua, el incremento de los eventos hidrometeorológicos extremos, especialmente en el Caribe, el incremento del nivel del mar, entre otros.

Principales actividades de la Línea Temática 1.

- I Simposio Taller Red 406RT0285. “Indicadores de sensibilidad a los cambios globales”. Fecha: 22 al 24 de Agosto de 2006. Lugar: Corumbá, Brasil. Participaron 67 especialistas de Argentina, Brasil, Cuba, Guatemala, Paraguay, Perú y Venezuela.

- Curso Taller sobre modelación y manejo de humedales. Fecha: 25 al 27 Octubre 2006. Lugar: Universidad de Chile. Participaron 10 especialistas de Argentina, Brasil, Paraguay y Chile.

Línea 2. Efectos de los cambios globales sobre el ciclo del carbono.

Entre las múltiples funciones de la cobertura vegetal de los humedales se encuentra la de sumidero de gases de efecto invernadero. En este sentido el IPCC ha indicado que el secuestro de carbono por las plantas es una alternativa de bajo costo para reducir el contenido de CO₂ atmosférico. La posibilidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la actividad forestal y su potencial para aumentar el secuestro de carbono aumenta el valor agregado y la importancia en sí de este sector.

La fijación de carbono por la cobertura vegetal está en función de la acumulación y el almacenamiento de biomasa, tanto aérea como sub aérea. En la Figura 4 se muestra un esquema general para la estimación de las reservas de carbono para los usos de la tierra actuales.

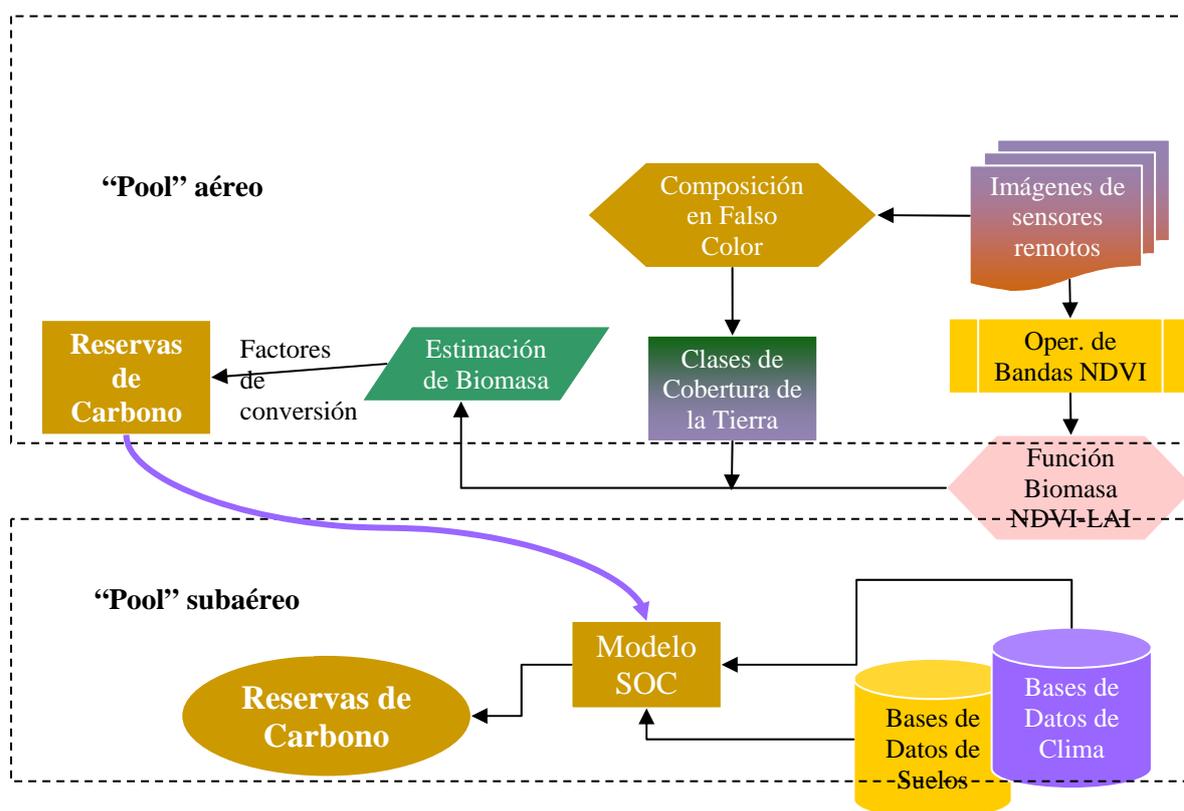


Figura 4. Evaluación de las reservas de carbono para los usos de la tierra actuales

El tema de los incendios forestales, por su efecto nocivo en la transformación de los ecosistemas, es considerado una de las problemáticas a abordar en esta línea temática. Cuando se produce un incendio forestal la biomasa acumulada se consume y el ecosistema forestal pasa de ser fijador a emisor de carbono. En los incendios la biomasa se combina con el oxígeno del aire para formar dióxido de carbono, vapor de agua y

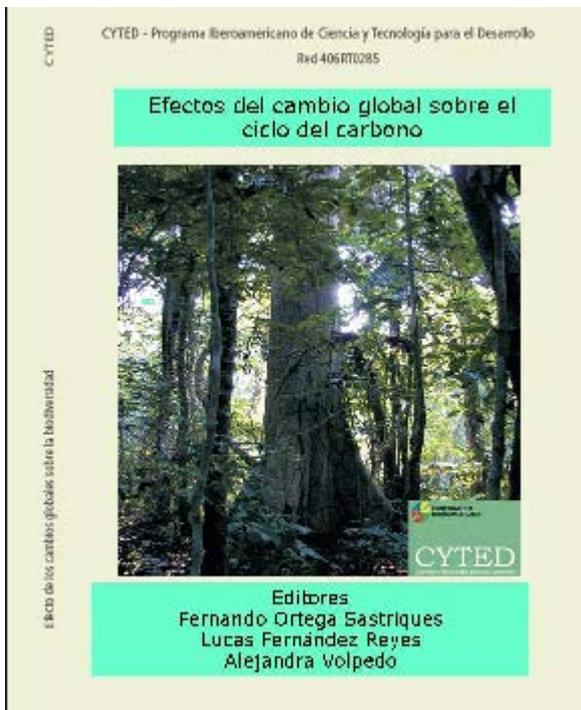
liberación de energía, que contribuye a un aumento de la temperatura del entorno en el que se produce el fuego. Además, aunque en menores cantidades, se producen otras partículas y gases, incluyendo productos de combustión incompleta (CO) y derivados de nitrógeno y azufre.

A diferencia de los incendios controlados asociados al desbroce y a las actividades de gestión de ecosistemas para la eliminación de biomasa indeseada, los incendios espontáneos tienen efectos muy variables: la temperatura del fuego, la cantidad de biomasa disponible, el grado de combustión, y el impacto sobre la población forestal pueden ser muy diversos.

Principales actividades de la Línea Temática 2.

- Curso de capacitación Red 406RT0285 . “Efecto de los cambios globales en humedales. Metodologías para la cuantificación del el secuestro de carbono”. Fecha: 26 de febrero al 2 de marzo de 2007. Lugar: Guatemala. Participaron 30 alumnos y 5 profesores de 8 países iberoamericanos.
- II Simposio Taller Red 406RT0285: “Metodologías para la cuantificación de secuestro de carbono en diferentes tipos de ecosistemas”. Fecha: 25-27 de julio de 2007. Lugar: Heredia, Costa Rica. Participaron 96 especialistas de 12 países

- Publicación de monografía sobre los efectos del cambio global en el ciclo del carbono.



Entre las múltiples funciones de la cobertura vegetal de los humedales se encuentra la de sumidero de gases de efecto invernadero. En este sentido el IPCC ha indicado que el secuestro de carbono por las plantas es una alternativa de bajo costo para reducir el contenido de CO₂ atmosférico. La posibilidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la actividad forestal y su potencial para aumentar el secuestro de carbono aumenta el valor agregado y la importancia en sí de este sector.

La Red, como parte de las iniciativas del Programa CYTED, ha promovido la publicación de esta monografía dedicada tema del secuestro de carbono por diferentes tipos de cobertura vegetal, que

se ha puesto a disposición de la comunidad de investigadores, gestores, decisores y público en general vinculados al tema del carbono. En la monografía se presentan los resultados de las investigaciones realizadas en diferentes países de Iberoamérica en

materia de captura de carbono por diferentes ambientes. En particular se abordan los siguientes aspectos:

- las marismas y ciénagas costeras y la inminente amenaza de la acelerada elevación del nivel del mar;
- el valor económico de la fijación de carbono en ecosistemas marinos;
- el efecto del cambio en el uso de la tierra sobre el balance de carbono en humedales;
- los métodos para la estimación de reservas de carbono de los suelos minerales;
- las respuestas adaptativas de los ecosistemas forestales al cambio climático;
- la cuantificación del carbono capturado por diferentes formaciones vegetales.

La monografía constituye un vehículo apropiado para canalizar y difundir los resultados de las investigaciones que en nuestra región desarrollan un creciente número de interesados en la materia.

Línea 3. Efecto de los cambios globales sobre los recursos hídricos y la vulnerabilidad costera.

Los recursos hídricos son finitos y frágiles. El per cápita mundial se ha reducido de 12 900 m³/año en 1970 a 6 490 m³/año en 2006, o sea, 2 veces en 36 años. La demanda actual crece a un ritmo anual entre 4 y 8%. A este alarmante contexto se suman las incertidumbres en cuanto a los efectos de los cambios del clima sobre los recursos hídricos que en nuestra área geográfica resultan incuestionablemente complejas y controversiales. Los cambios en el sistema climático global pueden intensificar el ciclo hidrológico globalmente, causando grandes impactos en los recursos hídricos regionales (IPCC/TAR, 2001). Entre los impactos previsibles de los cambios climáticos sobre los humedales cabe destacar: la alteración del régimen hidrológico y su estacionalidad, la extensión espacial y volumen hídrico, la conectividad entre áreas, aumento de la temperatura, la evapotranspiración, variación de los ciclos biogeoquímicos, concentraciones de sedimentos en suspensión y oxidación de sedimentos orgánicos, entre otros.

Recursos hídricos superficiales

Según los pronósticos, distintos niveles de calentamiento global tienen consecuencias diversas, inclusive opuestas, para la disponibilidad de agua. Se espera que por cada grado de calentamiento, la evapotranspiración potencial se incremente en un 5%. En regiones semiáridas, menos cantidad de lluvias y mayor ritmo de evapotranspiración implicarían una desecación y desertificación pronunciadas. En ciertas áreas habrá menor cantidad de aguas subterráneas y una tendencia a que los suelos se vuelvan semiáridos y áridos. Se pronostica una reducción de la humedad del suelo entre un 10% y 20%.

Los fenómenos extremos repercuten más sobre la utilización del agua que las variaciones lentas del clima. Un aumento de la temperatura del orden de 3⁰C puede significar una disminución del escurrimiento del orden de 10 a 15%.

Se espera una disminución en el escurrimiento superficial medio y un incremento en las crecidas. Este nuevo escenario implicaría un aumento de la presión sobre la explotación de las obras hidráulicas. Allí donde el clima se torne más húmedo, costosas obras hidráulicas serán innecesarias y donde sea más seco, serán insuficientes para satisfacer las demandas de agua. Como la estructura y operación de las obras hidráulicas se basa

en los antecedentes hidrológicos locales, cualquier variación importante podrá tener consecuencias graves si no se toman acciones adecuadas

Con relación al riego, en dependencia de la dirección del cambio: se necesitaría más agua por aumento de la demanda y una reducción de la superficie bajo riego. Si la lluvia se redujera en un 20% y la ETP aumentara un 15%, la superficie de riego disminuiría en 75%.

Recursos hídricos subterráneos

En cuanto a los recursos hídricos subterráneos, el aumento del nivel del mar traerá consigo la contaminación del agua subterránea por intrusión salina y la reducción de su disponibilidad. En algunas zonas de la región, como es el caso de Cuba, durante las últimas cinco décadas, el desplazamiento de la cuña de intrusión, en sentido horizontal, ha alcanzado valores entre 0.3 y 3 km./año y, en la vertical, entre 0.5 y 5 m/año.

Los problemas de manejo de las cuencas subterráneas presentados históricamente, pudieran incrementarse de manera notable en un futuro. Para un aumento de 2 °C y con 0 % aumento de las lluvias y un aumento del nivel medio del mar en unos 0.30 m, en zonas muy bajas aproximadamente, la mezcla de aguas saladas se podría desplazar hasta 1.5 km tierra adentro.

La elevación de la cuña salina podría ser mayor, en dependencia de la cuantía de la reducción de las precipitaciones y del grado de explotación de los acuíferos. En cualquier caso, la reducción en la disponibilidad de agua subterránea sería significativa y en los acuíferos costeros poco potentes, la afectación podría conducir a la salinización definitiva de las reservas.

Zonas costeras

Se pronostica que el ascenso del nivel del mar y el incremento de la temperatura producirá severas afectaciones como: inundación y desplazamiento de humedales y costas bajas; erosión y retroceso de la línea costera; incremento de las inundaciones de tormenta; aumento de la salinidad en los estuarios y amenaza a los acuíferos de agua dulce; alteración de la amplitud de la marea en ríos y bahías; alteración de los patrones de sedimentación; decrecimiento de la cantidad de luz que reciben los fondos marinos.

El incremento del nivel del mar podría producir una reducción considerable de la superficie de las islas y zonas bajas costeras. La erosión y el retroceso de la línea de costa podrían afectar importantes recursos naturales como las playas, dentro de las cuales se desarrollan importantes actividades económicas.

Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas (embalses, trasvases, canales de drenaje, pozo), aunque resultan ventajosos, también tienen efectos adversos a escala planetaria. Por su efecto sobre el régimen de pulsos hidrológicos, de cuyas fluctuaciones del agua dependen los humedales, deben recibir especial y cuando no se haya demostrado la imposibilidad de impactos o daños, como consecuencia de obras de ingeniería, es recomendable adoptar el Principio de Precaución (Tratado Agenda XXI).

Entre los principales efectos de estas obras cabe destacar: el anegamiento de valles con terrenos aprovechables de alta productividad biológica; la reducción del

entarquinamiento aguas abajo; la reducción aporte agua dulce y nutrientes a ecosistemas costeros; el aumento de la evaporación; aumento de enfermedades.

Otra de las consecuencias adversas es la alteración del régimen térmico local. Los embalses modifican la capacidad de absorción y reflexión entre la superficie y la atmósfera, ya que la superficie del agua absorbe 3 veces más calor que la tierra firme (albedo sup. acuática 0.09 y de tierra firme 0.26). Los embalses aumentan la absorción de energía en 20-40 erg/s-cm². De igual forma, las áreas regadas incrementan la energía absorbida. Un área irrigada reduce el albedo 5 veces. Los cambios de la temperatura pueden romper o desplazar el reloj biológico de los organismos vivos así como alterar el clima regional y global

Contaminación

La calidad de los recursos hídricos está siendo dañada por los efectos de las lluvias ácidas, la contaminación urbana e industrial y la contaminación química procedente de la agricultura. Por ejemplo, 1 litro de agua residual contamina aproximadamente 8 litros de agua limpia. La mitad de las enfermedades se transmiten a través del agua. Actualmente mueren por estas aguas 25 millones de personas todos los años, (60 % niños).

La contaminación marina por derrames de petróleo sigue causando impactos preocupantes sobre los humedales, especialmente sobre los ecosistemas marino-costeros. Los derrames de petróleo afectan a los manglares y sus organismos asociados. Pueden ser potenciados por las condiciones climáticas locales, por la circulación del agua, etc. Los derrames producen alteraciones en la biota acuática en general, y muy especialmente en la reproducción y crecimiento los bivalvos, causando daños e inclusive su muerte. La presencia de estos contaminantes con frecuencia se mantiene por largos períodos.

En algunos humedales de agua dulce, próximos al mar, como la Ciénaga de la Virgen (Cartagena) se debió conectar el lago con el mar, mediante obras hidráulicas, para aliviar los fenómenos de contaminación aguda derivados del ingreso de aguas servidas del área urbana de Bogotá. Hay una conexión permanente con el mar, que trajo mejoramiento de la calidad del agua, de la biodiversidad y de la pesca. Como efectos negativos se produjo la salinización de las aguas, más notable en algunas zonas (llegando al 39 por mil). Los impactos han sido diferentes en cada zona de la laguna costera, generándose cambios en los procesos de eutrofización y oxidación de la materia orgánica.

Sedimentación

Algunas tierras húmedas de ríos con abundante transporte de sedimentos (Ej. ríos Apure, Tacuarí, Pilcomayo, Bermejo) están sufriendo procesos de colmatación como consecuencia del cambio climático y del mayor caudal que desplazan estos ríos durante las crecientes. Sin embargo, el proceso de colmatación también se está produciendo por aumento de la erosión en las cuencas, como resultado del aumento de las actividades agropecuarias. Este proceso requiere estudios especiales que permitan mitigar los efectos negativos.

Para evaluar la contaminación en sedimentos se recomienda utilizar el índice de geoacumulación y el factor de contaminación (FC) de Hakanson. El índice de

geoacumulación (Igeo) se determina a partir de la concentración del elemento determinada en el sedimento y la concentración media a nivel de base natural de ese elemento. El factor de contaminación (FC) es utilizado para estimar la contribución antrópica de metales y establecer la tendencia en los sedimentos de los sistemas lóticos estudiados. El FC es la relación entre la concentración del elemento registrada en el sedimento superficial y su concentración media a nivel base en la naturaleza según el tipo de sedimento. El nivel base en la naturaleza de un elemento en el sedimento puede considerarse como los valores medios globales de ese elemento en la corteza terrestre según el tipo de sedimento.

Eutrofización

La *eutrofización* de los embalses y cuerpos de aguas se produce como consecuencia del arrastre en grandes cantidades de nutrientes. La población eutrófica sustituye la oligotrófica causando la desaparición del alimento de numerosas especies.



Figura 5. Canal en la Ciénaga de Zapata invadido por la presencia de *Myriophyllum*.

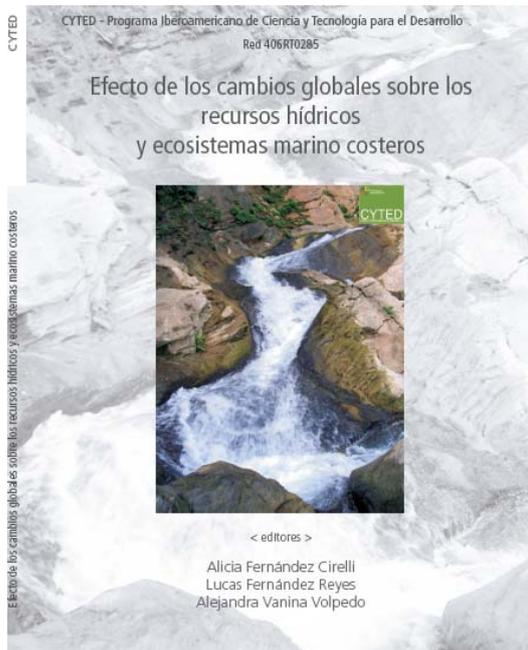
Los humedales de las planicies fluviales tienen una importante función en la retención de nutrientes en las aguas que vienen desde las tierras de cultivo. El fósforo puede disminuir a la tercera parte y el nitrógeno a la quinta parte luego de pasar por los humedales perimetrales, durante las inundaciones extraordinarias, como las ocurridas durante el huracán Mitch. El incremento de nutrientes desencadena procesos como la eutrofización y la invasión por plantas exóticas. Por esto las tierras húmedas juegan un papel muy importante en la conservación ecológica de los cuerpos de agua como lagos y ríos.

Principales actividades de la Línea Temática 3.



- VI Jornadas Iberoamericanas sobre Cambio Climático y Recursos Hídricos. Fecha: 24 al 28 abril de 2006. Lugar: Cartagena de Indias, Colombia. Participaron: 5 profesores y más de 30 alumnos de 15 países iberoamericanos.
- IV Simposio Taller Red 406RT0285: “Efecto de los cambios globales sobre los recursos hídricos”. Fecha: 25-27 de julio de 2008. Lugar: Costa Rica. Participaron 96 especialistas de 12 países.
- Publicación de monografía sobre los efectos del cambio global en los recursos hídricos y ecosistemas marino costeros.

Incluye numerosos trabajos relacionados con los siguientes aspectos:



- cambio climático y el agua en la región del Caribe;
- el cambio global y los ecosistemas marinos costeros (casos de Bahía Samborombón en Argentina, los manglares de la península de Nicoya en Costa Rica y los ecosistemas marinos costeros de Colombia);
- las características termohalinas de las aguas de la plataforma cubana;
- los efectos del cambio global en la dinámica de los acuíferos de (caso Santa Cruz en Costa Rica)
- la identificación dinámica de las fuentes de humedad en la cuenca del Orinoco;
- los nutrientes en lagunas sometidas a alteraciones antropogénicas (caso de la cuenca baja del río Orinoco);
- indicadores y efectos potenciales del cambio climático sobre los humedales del Paraguay;
- el cambio climático y las actividades agropecuarias en humedales costeros.

Línea 4. Efecto de los cambios globales sobre la biodiversidad, la vulnerabilidad de especies y la resiliencia

Entre las actividades antrópicas y naturales de carácter global que más afectan la biodiversidad cabe destacar:

- la silvicultura (alteración del hábitat, disminución de la biodiversidad, aporte de sedimentos a los cuerpos de agua, aumento de la erosión);
- la agricultura (modificación del paisaje, alteración y hábitat, aporte de agroquímicos y nutrientes a los cuerpos de agua, introducción de especies, cultivos transgénicos, modificación de las cadenas tróficas, disminución de la cantidad y calidad del agua)
- la ganadería (compactación del suelo, aporte de nutrientes, incorporación de especies animales y vegetales exóticas, aporte de compuestos químicos, modificación de las cadenas tróficas naturales);
- la minería (eliminación de la cobertura vegetal, modificación del paisaje, efluentes con contaminantes, extracción de agua);
- la acuicultura (aporte excesivo de nutrientes: N P; aporte de compuestos químicos; capturas en estadios temprano: huevos, larvas, juveniles; escape de especímenes; incremento de la presión pesquera; alteraciones físicas del área);
- la industria (generación de residuales contaminantes, emisión de gases, ruido);
- la urbanización (alteración del paisaje, reducción de hábitat, fragmentación de ecosistemas, consumo de agua, residuales líquidos y sólidos);
- el cambio climático global.

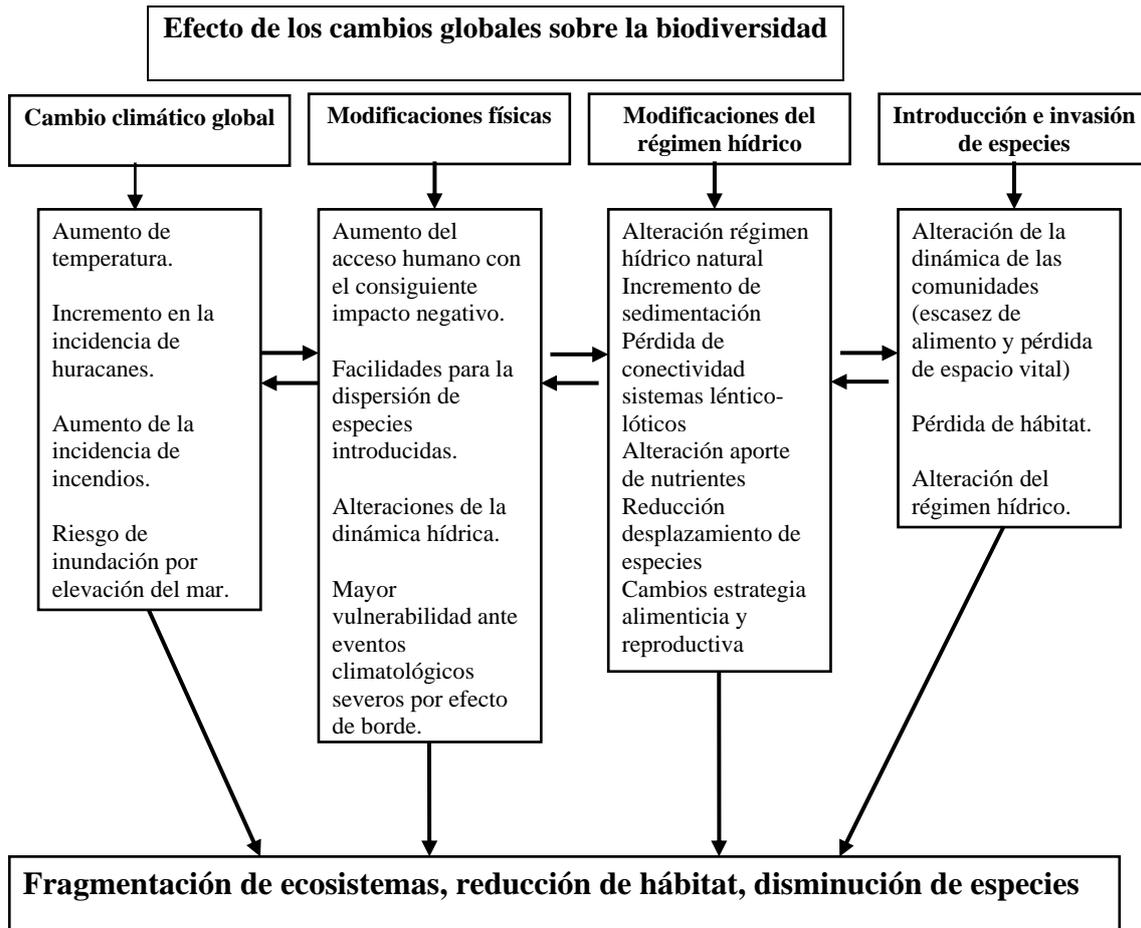
Los cambios antropogénicos generan alteraciones en los indicadores globales que se manifiestan en la transformación del uso de la tierra, la concentración de CO₂, el uso del agua, la fijación del nitrógeno, la invasión de plantas exóticas, la extinción de aves, las pesquerías.

Una de las grandes amenazas que confrontan los humedales de Iberoamérica es la fragmentación y deterioro de ecosistemas y su insuficiente restauración. La fragmentación y destrucción de los ecosistemas pueden ser de origen natural o producto de las actividades humanas. La fragmentación en esencia se puede definir como un proceso de subdivisión de un ecosistema continuo en otras unidades aisladas entre sí y derivadas de este. Entre las principales causas de la fragmentación, se pueden relacionar los incendios forestales, las trochas contra incendios, la infraestructura vial, la canalización las construcciones civiles y las áreas agrícolas, entre otras.

La regulación de caudales mediante embales y otras obras hidrotécnicas produce, al menos tres tipos de cambio en los humedales con repercusión sobre la diversidad: cambios físicos mediante la alteración del régimen hídrico natural, el incremento de la sedimentación en la zona embalsada y la pérdida de conectividad sistemas léntico-lóticos; cambios químicos determinados por la limitación o supresión del aporte de nutrientes a las partes bajas y ecosistemas costeros y su correspondiente empobrecimiento biológico; cambios biológicos condicionados por la reducción en la capacidad de desplazamiento de determinadas especies, cambios en la estrategia alimenticia y reproductiva con la consiguiente disminución de la riqueza de especies, dominancia de pocas especies y la aparición de especies invasoras.

a introducción de especies exóticas constituye un serio problema para la biodiversidad en los humedales de la región. En Cuba, por ejemplo, la introducción conciente o accidental de especies como *Cayepu* (Melaleuca), Casuarina, Marabú; *Myriophyllum*

pinnatum (*Miriofilum*), y *Claria sp*, ha afectado extensas zonas de la Ciénaga de Zapata. El desarrollo de la acuicultura con especies foráneas de peces como el Clarias en embalses construidos en las zonas de alimentación del humedal, permitió la llegada accidentalmente de esta especie a la Ciénaga, durante las crecidas y derrames de las presas. Su resistencia y adaptabilidad al medio, su talla y voracidad la convierten en un serio peligro para muchas especies autóctonas del humedal, algunas de ellas endémicos locales, con las que actualmente comparte el hábitat. Esta situación es considerada un problema ambiental crítico para la biodiversidad de la Ciénaga.



Los manglares, por su posible capacidad de adaptación al cambio climático y la función protectora de los humedales marino-costeros, serán abordados de modo particular en esta línea temática. La vegetación de manglar, por las características del ambiente en que se desarrolla y las adaptaciones de las plantas a este ambiente, puede constituir una barrera protectora de los territorios interiores ante el ascenso del nivel medio del mar. En Cuba los manglares representan el 4.8% de la superficie del país y ocupan el 70 % de las costas (Menéndez, L, 2007).

Entre las principales adaptaciones de este tipo de vegetación se encuentran su capacidad de vivir en un ambiente inundado y salino, y la presencia de sistemas de raíces diferenciados en las especies vegetales que conforman esta vegetación, pero con capacidad de adaptarse a condiciones cambiantes con aumento del nivel del agua del mar debido al cambio climático. La especie *R. mangle* con sus raíces zancudas y la gran