

dispersión de propágulos con capacidad de colonizar territorios inundados, conforma la primera barrera protectora. Tanto el sistema de raíces aéreas (neumatóforos) de *A. germinans* como de *L. racemosa* pueden conformar una barrera y por tanto contribuir a retener parte del agua debido al incremento del nivel mar, mitigando los efectos negativos.

Se puede afirmar que las zonas costeras donde, la franja de bosques de mangle alcanza mayor ancho, tendrán mayores posibilidades para la protección de la costa ante el ascenso del nivel medio del mar, a la vez, donde el bosque de mangle sea más alto, vigoroso y con buena salud, aumentará su efectividad protectora. El ecosistema de manglar posee resiliencia ecológica y por lo tanto adaptación al cambio.

Principales actividades de la Línea Temática 4.



y más de 30 alumnos de 16 países iberoamericanos.

- Taller “Cambios Globales y Medio Ambiente”: Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo. Lugar: La Habana, Cuba. Fecha: 25 y 26 de marzo de 2008. Participaron 92 especialistas de 5 países.
- VI Simposio Internacional Humedales. Lugar: Ciénaga de Zapata, Cuba. Fecha: 5 al 9 de noviembre del 2007. Participaron más de 100 especialistas de 9 países.
- III Taller Educación ambiental y manejo Integrado costero. Lugar: Varadero, Cuba. Fecha: 15 al 17 mayo 2007.
- Curso Internacional sobre EIA y EAE para Manejo de Humedales. Lugar: Panamá. Fecha: 19 nov a 5 dic 2007.

- VII Jornadas iberoamericanas sobre efectos de los cambios globales sobre la biodiversidad en humedades de Iberoamerica. Fecha: 9 al 13 de julio de 2007. Lugar: La Antigua, Guatemala. Participaron: 5 profesores

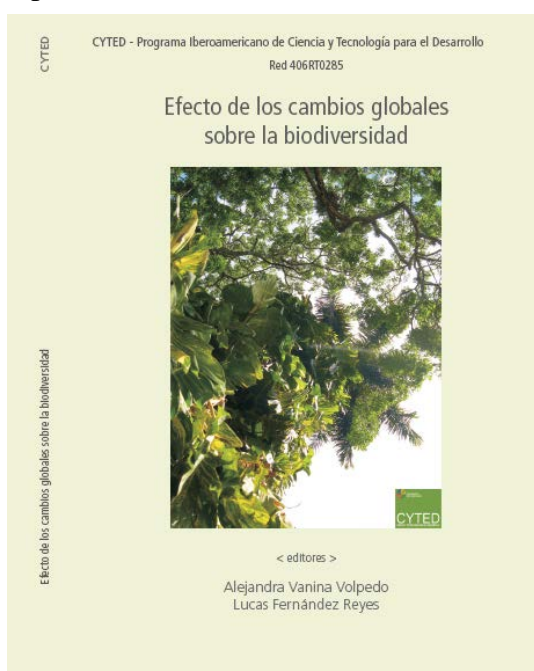


- Publicación de monografía sobre los efectos del cambio global en la biodiversidad.

En esta monografía se resumen las experiencias de diferentes especialistas sobre los efectos de los cambios globales en:

- la biodiversidad de los humedales iberoamericanos en diferentes taxones claves (fitoplancton, zooplancton, peces, aves, vegetación) y en comunidades de ecosistemas emblemáticos templados y tropicales, considerando como ejemplos los humedales del noreste de Argentina, del Delta del Paraná, y los manglares de Cuba.

-la intervención humana expresada a través de los cambios en el uso de la tierra y sus implicancias sobre la biodiversidad terrestre en Uruguay y la biodiversidad acuática de ríos Andino-Amazónicos en Colombia; la contaminación y el deterioro de ecosistemas acuáticos por diferentes xenobióticos (metales pesados y compuestos orgánicos) y su efecto sobre microalgas e invertebrados (cangrejos); la fragmentación de los humedales costeros cubanos y la introducción de especies (pejerreyes) en diferentes hábitats y sus impactos.



-los efectos de eventos extremos (sequías e inundaciones) y su efecto sobre los recursos de los humedales y su uso, tomando como ejemplo al coipo o nutria (*Myocastor coypus* Molina, 1782) en el Delta Medio del Río Paraná (Argentina).

-los efectos climáticos/oceanográficos de intensidad como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) sobre el zooplancton marino y peces de importancia comercial para Cuba.

Línea 5. Efecto de los cambios globales sobre la seguridad alimentaria y la salud humana.

Seguridad alimentaria

El tema de la *seguridad alimentaria* es apremiante en América Latina. Alrededor 53 millones de latinoamericanos y caribeños padecen de desnutrición, lo que representa el 10% del total de la población en la región. Sólo en América Central alrededor de 8.6

millones de personas viven en las áreas rurales de un "corredor de sequía", expuestas a desastres naturales y enfrentan escasez periódica de alimentos (PMA-ONU 2002).

El deterioro ambiental, como consecuencia de factores naturales y antropogénicos, es sin duda una de las causas de la pérdida de capacidad de los ecosistemas de producir alimentos. Se estima que en América Latina y el Caribe alrededor de tres millones de hectáreas de tierras agrícolas han tenido pérdidas significativas de productividad. La contaminación por uso excesivo o inadecuado de agroquímicos en suelo y en el agua es otro problema que afecta a los ecosistemas y la salud humana. La desertificación abarca ya considerables extensiones de América del Sur y la Cuenca del Caribe donde se destacan las zonas áridas en las Antillas Neerlandesas, Cuba, Haití, República Dominicana y en México.

En lo que respecta al impacto del cambio climático en la agricultura y silvicultura se pronostican cambios sustanciales en los rendimientos agrícolas; la producción total de los cultivos; la biomasa aérea de los pastos; las plagas y enfermedades; y los bosques y las plantaciones forestales. En el caso de los recursos bióticos del medio marino los principales impactos del cambio climático se producirán debido a las alteraciones que ocasione el incremento de la temperatura en los ciclos reproductivos, en la mayor incidencia de enfermedades, debido a lo cual el sector pesquero podría ser seriamente afectado. Entre posibles consecuencias en las pesquerías en aguas interiores se encuentran la alteración de los pulsos de inundación (intensidad y tiempo de duración), la red alimentaria acuática, la reproducción de los peces, el crecimiento y la estructura de las comunidades de peces.

Según la FAO, existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias. La seguridad alimentaria implica el cumplimiento de las siguientes condiciones: oferta y disponibilidad de alimentos adecuados; estabilidad de la oferta, sin fluctuaciones ni escasez en función de la estación del año; acceso a los alimentos o la capacidad para adquirirlos; buena calidad e inocuidad de los alimentos.

Se vislumbran como soluciones la necesidad de erradicar la pobreza y las desigualdades sociales, introducir la dimensión ambiental en los procesos económicos y sociales, fortalecer las instituciones de capacitación técnica y vocacional, promover el desarrollo de los recursos humanos, implementar el trabajo cualitativo y analítico en los índices estadísticos que permita definir la vulnerabilidad económica, social y ambiental de los países afectados, promover acciones de innovación científica y tecnológica, fortaleciendo las instituciones de investigación y desarrollo y aumentando las fuentes actuales de financiamiento, desarrollar la microempresa.

Existen instituciones y organizaciones dedicadas a la investigación científica y a las actividades de servicios científicos técnicos con resultados y tecnologías para la producción, conservación de alimentos de forma sostenible. Pero Hay una limitada capacidad de gestión del conocimiento y la tecnología a nivel local unida a la complejidad del problema y la diversidad de los actores involucrados.

Uno de los objetivos planteados en esta línea temática es la recopilación e intercambio de conocimientos y experiencias dirigidas a fortalecer las capacidades para la gestión del conocimiento, las tecnologías y la innovación en el sector agroalimentario de la región a fin de contribuir a la seguridad alimentaria de la población. Para ello es necesario: determinar los principales factores que limitan la producción de alimentos y la seguridad alimentaria; seleccionar las demandas tecnológicas, productos y servicios

más apropiados para cada región y localidad que permitan garantizar la producción sostenible de alimentos y la seguridad alimentaria; capacitar los principales gestores, productores y otros actores involucrados en la asimilación de las tecnologías apropiadas y de sistemas organizativos flexibles para la innovación tecnológica en el sector agroalimentario.

Se precisa además, involucrar en este empeño a todos los actores: universidades y centros de Investigación generadores de conocimientos y de tecnologías; instituciones a cargo del monitoreo y realización de la capacitación, gestión y transferencia de conocimientos y tecnologías; productores de pequeñas y medianas empresas relacionadas con la producción de alimentos, campesinos y comunidades; gobiernos y organizaciones locales.

Salud

El tema de la relación variabilidad del clima / cambio climático y su impacto sobre la salud humana es objeto de preocupación por parte de la comunidad científica internacional. El cambio y la variabilidad climática han producido un impacto en la distribución y diversidad de las especies en los ecosistemas, lo cual ha posibilitado a algunas especies portadoras de microorganismos y patógenos, sobrevivir y reproducirse en latitudes más altas.

La variabilidad y el cambio climático inciden de manera directa o indirecta en: los cambios de transmisión biológica a través de la dinámica de los vectores y de los gérmenes; cambios ecológicos debido a la pérdida de la biodiversidad, alteración de hábitat y nicho ecológico, reubicación de comunidades y cambios en el ciclo de nutrientes; Cambios socioeconómicos como las migraciones, la pobreza, saneamiento, etc. Estos cambios determinan finalmente cambios en las manifestaciones epidemiológicas.

Otro aspecto de importancia práctica es el papel que juegan los contaminantes atmosféricos en los procesos del tiempo y el clima, teniendo un lugar predominante las nubes de polvo producidas en las tormentas del desierto, especialmente las del Sahara y las erupciones volcánicas.

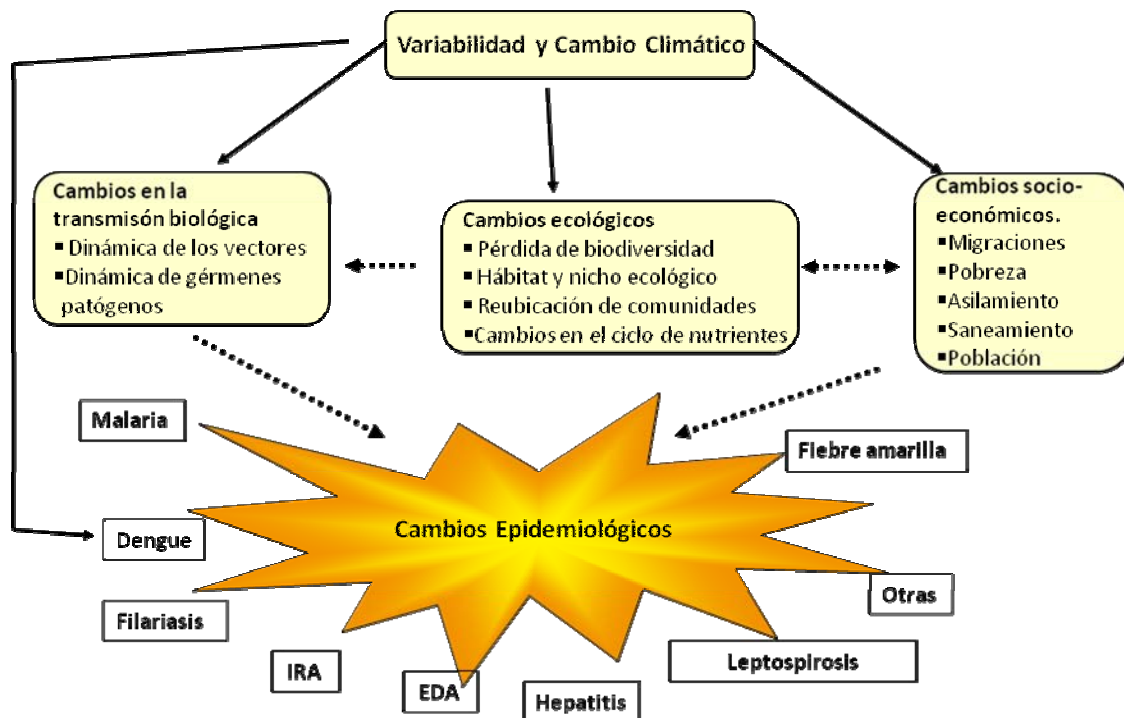


Figura 6. Modelo sistémico para el estudio del impacto de clima en la salud humana (Ortíz, 2005)

Como direcciones prioritarias de trabajo en este tema se plantea la necesidad de : comprender las interrelaciones entre los sistemas ambientales (natural y socioeconómico) bajo un enfoque ecosistémico considerando los vínculos complejos del clima y su variabilidad con los factores ambientales, socioeconómicos y la salud humana; estudiar la influencia del polvo del Sahara en el Caribe, así como otros contaminantes y su impacto en la salud humana; crear capacidades que faciliten la ampliación de los servicios climáticos especializados a la salud humana, incrementando la información a decisores y población en general, con el fin de asegurar una planificación y acciones efectivas en condiciones normales y ante contingencias de salud en el área.

Otra problemática de gran interés en esta línea temática la influencia de los cambios climáticos sobre el desarrollo y propagación de la gripe aviar o influenza A.

Las aves pueden actuar como hospederos mantenedores como es el caso de las Anseriformes (Anatidae) o como hospederos diseminadores como son las Charadriiformes (*Scolopacidae*, *Charadriide*, *Sternidae*, *Laridae*)

Las alteraciones de los humedales y su repercusión sobre los hospederos de la influenza puede estar dada los cambios en la composición de las especies en las comunidades y su distribución geográfica, alteraciones de los patrones migratorios, cambios en la densidad poblacional.

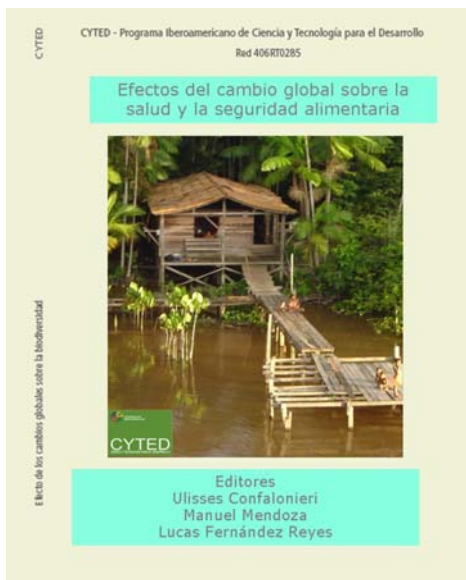
Los cambios climáticos pueden influir sobre las especies migratorias mediante la alteración en las respuestas fisiológicas (ej. fecundidad), la cronología de eventos vitales críticos (ej. Nacimientos, migraciones); la localización física, extensión y condiciones de las áreas de reproducción, el descanso e invernación, la alteración de la circulación atmosférica y oceánica, los cambios en los recursos alimentarios (UNEP/CMS, 2002).

La concentración de virus de influenza A en los humedales depende de la diversidad de especies de aves acuáticas presentes, la densidad de las aves, la estructura etárea de la población, estacionalidad y tiempo de residencia, volumen y características físico-químicas del agua (temperatura, turbidez, acidez).

Es preciso dirigir los esfuerzos a estudiar la ecología del virus de la influenza A en aves de la región, correlacionar indicadores ambientales (ej. climáticos) con indicadores de población de aves acuáticas hospederas del virus, incluir los aspectos físicos de los principales humedales en los escenarios de cambio climático, emplear enfoques integrados en el tema a nivel nacional e internacional con la cooperación entre especialistas en vida silvestre, manejo de humedales, ornitólogos, médicos, veterinarios, etc.

Principales actividades de la Línea Temática 5.

- VIII Jornadas iberoamericanas sobre efectos de los cambios globales en la salud humana y la vulnerabilidad alimentaria. Fecha: 2 al 6 de junio de 2008. Lugar: Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Participaron: 5 profesores y más de 30 alumnos de 16 países iberoamericanos.



- III Simposio Taller “Efecto de los cambios globales sobre la salud humana y la vulnerabilidad alimentaria en humedales”. Lugar: Panamá. Fecha: 7-9 de abril de 2008. Participaron 30 especialistas de 9 países.
- Publicación de monografía sobre los efectos del cambio global en la seguridad alimentaria y la salud humana.

La monografía es el resultado del esfuerzo de más de sesenta especialistas, entre autores y coautores, y está dirigida a la comunidad de investigadores, gestores, decisores y público en general vinculados al tema.

En ella se resumen los resultados de las investigaciones realizadas en diferentes países de Iberoamérica en los siguientes aspectos:

- vínculos entre medio ambiente, salud humana y seguridad alimentaria;
- cambio climático, humedales y enfermedades infecciosas;
- vínculos del dengue con los cambios climáticos y los tipos de vegetación;
- vulnerabilidad de los recursos naturales y los sectores productivos al cambio climático;
- dinámica espacio-temporal de la incidencia de malaria;
- vínculos entre la situación nutricional y epidemiológica;
- métodos y enfoques para el análisis de la seguridad alimentaria y su vulnerabilidad;
- efectos del cambio climático en ecosistemas agrícolas de montaña;
- efecto del cambio del uso del suelo en la economía local;

- uso de proteínas alimentarias alternativas;
- impactos de la contaminación de cuerpos de agua en agricultura;
- los eventos de sequía e impactos en el sector agrario, entre otros.

Línea 6. Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación y adaptación a los cambios. Metodología para estudio integral, ordenamiento territorial y gestión ambiental en humedales.

Como estrategias de respuesta se perfilan diferentes medidas de adaptación (acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad) y mitigación (acciones para reducir las emisiones netas).

La adaptación se apoya en los cambios en procesos, prácticas o estructuras para moderar o contrarrestar los daños potenciales o tomar ventaja de las oportunidades asociadas con los cambios en el clima (IPCC 2001).

La adaptación es necesaria para enfrentar los impactos resultantes del inevitable calentamiento debido a las emisiones pasadas. Asimismo, será necesaria la adaptación para hacer frente a los impactos del cambio climático, que resulten inevitables debido a las emisiones pasadas. Aunque las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero permanecieran a los niveles del año 2000, para finales de siglo se produciría un calentamiento adicional de 0.6 °C provocado por las emisiones pasadas.

La vulnerabilidad al cambio climático puede exacerbarse por la presencia de otros factores estresantes. La vulnerabilidad futura no depende sólo del cambio climático sino también de las vías para el desarrollo. El desarrollo sostenible puede reducir la vulnerabilidad al cambio climático.

La mitigación puede eliminar, reducir o retardar los impactos. La Convención de Cambio Climático propone en su Artículo 2 lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida las interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Ningún sector o tecnología, por sí solo, puede asumir todo el reto de la mitigación. Por tanto, se requieren respuestas integradas de carácter multisectorial.

Las inversiones en infraestructura energética para la mitigación son elevadas por lo que resulta más efectivo invertir en el mejoramiento de la eficiencia energética de los usos finales, que en el incremento de la oferta energética.

La complejidad del tema tratado y la necesidad de elaborar estrategias de adaptación anticipada más precisas en cada sector obliga a hacer uso de la experiencia internacional acumulada y de nuevos métodos de análisis y evidencias científicas sobre las características del cambio climático. En este sentido resulta estratégico el desarrollo de acciones dirigidas a:

- Fortalecer los sistemas de observación de los diferentes componentes del medio ambiente, en especial, aquellos que se relacionan con las variables climáticas, hidrológicas y oceanológicas.
- Desarrollar nuevas investigaciones para evaluar el impacto de la variabilidad natural del clima, crear sistemas de predicción climática a diferentes plazos temporales.

- Continuar desarrollando las investigaciones relacionadas con el impacto del cambio climático, utilizando las nuevas evidencias científicas sobre sus características y empleando métodos más sofisticados de análisis que posibiliten realizar evaluaciones más integrales.

Medidas en el sector de los recursos hídricos

Como principales medidas a adoptar en este sector cabe destacar: el monitoreo y evaluación de los cuerpos de agua; la reforestación de franjas hidrorreguladoras; la sustitución de técnicas de riego ineficientes por nuevas tecnologías; aplicación del riego en función de la demanda climática y las disponibilidades de agua; el fomento de la siembra de linderos, franjas forestales y bosques en realengos a fin de incrementar la DB en los agroecosistemas; el perfeccionamiento de los planes de siembras en función de las condiciones edafoclimáticas de cada lugar; el incremento de la disciplina tecnológica; el desarrollo de nuevos hábitos de consumos y estilos de vida ajustados a las disponibilidades reales de agua; el fortalecimiento de la conciencia ciudadana sobre el ahorro y uso eficiente del agua y el cuidado del medio ambiente. Otros aspectos de interés pueden ser: la disminución de las pérdidas en redes y conductoras de acueducto, canales y equivalentes y su rehabilitación; la reducción de la carga contaminante en los cuerpos receptores superficiales y subterráneos.

Otro tema importante es la gestión integrada de los recursos hídricos concebida como mecanismo para garantizar la administración y uso racional del recurso hídrico mediante su conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo y el control de la actividad del hombre en esta esfera. El enfoque ecosistémico aplicado a la gestión integrada de los recursos hídricos presupone la gestión, conservación y uso sostenible del agua, suelos, bosques y recursos vivos.

Principales actividades de la Línea Temática 6.

- Taller Evaluación integral de ecosistemas prioritarios de Iberoamérica: Amenazas, vulnerabilidades e Impactos. Fecha: 15 al 17 de junio de 2009. Lugar: I. Margarita, Venezuela. Participaron 50 especialistas de 9 países.
- Taller Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación y adaptación a los cambios. Fecha: 26 al 28 de agosto de 2009. Lugar: Buenos Aires, Argentina. Participaron más de 80 especialistas de 10 países.
- Publicación digital de los trabajos del Taller sobre estrategias integradas de mitigación, rehabilitación y adaptación a los cambios

CONCLUSIONES

Los países de la comunidad iberoamericana cuentan con extensas zonas de humedales que son portadoras de un enorme potencial natural y un acervo histórico cultural de gran relevancia. La diversidad biológica de los ecosistemas, los atractivos naturales de altos valores escénicos, el patrimonio histórico cultural y la existencia de extensas zonas de playas de gran calidad, confieren a estas regiones condiciones excepcionales para el desarrollo del turismo y otras actividades económicas. Sin embargo, la relativa fragilidad de los ecosistemas de humedales y las amenazas globales que sobre ellos se

cierte, determina la necesidad de lograr una correcta aplicación de esquemas de manejo sostenible con estrategias de adaptación y mitigación que garanticen el desarrollo económico sin afectar los recursos del ambiente natural y el patrimonio socio cultural de estos ecosistemas. El desarrollo sostenible en estas zonas solo es posible mediante el establecimiento de un sistema integrado de gestión, que revalorice en justa medida estos ecosistemas, partiendo de los principios de viabilidad económica, sostenibilidad ecológica y pertinencia social para el territorio. Para ello se requiere un conocimiento adecuado sobre la existencia, estado y ubicación de los recursos, condiciones naturales y de las capacidades de carga para distintas actividades humanas, así como de sus interrelaciones funcionales, ya que la ruptura la estabilidad funcional del ecosistema puede acarrear trastornos irreversibles en los servicios ambientales y el bienestar humano.

La Red CYTED 406RT0285 ha incorporado a un amplio grupo de países portadores de una gran diversidad y extensión de zonas de zonas húmedas representativas de relevancia a nivel regional en los aspectos ecológicos y socioeconómicos, entre las que se encuentran los humedales altoandinos de Chile y Bolivia, el Pantanal de Brasil, los humedales del Chaco en Paraguay, los llanos inundables y el delta del Orinoco en Venezuela, el humedal de Samborombón en Argentina, el delta del Cauto en Cuba, el humedal del Golfo de Montijo en Panamá, los humedales de la Biosfera Maya y Chocón Machacas en Guatemala y los grandes sistemas marino costeros del Sur de Portugal. La importancia de la Red para Iberoamérica es evidente si se tiene en cuenta el aporte de conocimientos y experiencias necesarios para la identificación de procesos de cambio global que afectan a los humedales y los bienes y servicios que proporcionan a los pueblos de la región, así como para la elaboración de estrategias efectivas de mitigación, rehabilitación y adaptación.

La Red ha permitido crear una infraestructura funcional (mecanismos de capacitación e intercambio de experiencias, publicaciones sistemáticas, Web, Revista electrónica, Foro de discusión, etc.) y una masa crítica de especialistas de universidades, centros de investigación, empresas productivas y ONGs de la región iberoamericana que sostiene interacciones científicas estables. Asimismo ha desarrollado un banco de conocimientos sobre los humedales, amenazas, conservación y uso racional y han llevado a cabo una amplia divulgación de los resultados entre investigadores, docentes, gestores y tomadores de decisión.

La Red se ha vinculado estrechamente con los principales temas que desarrolla la agenda científica del Instituto Interamericano para el estudio del Cambio Global IAI (Tema II. Estudios comparativos de ecosistemas, biodiversidad, uso de la tierra y recursos hídricos / Tema IV. Estudio de la Dimensión Humana del Cambio Global, variabilidad climática y uso de la tierra). Asimismo, aborda aspectos de incuestionable interés científico y práctico para organizaciones internacionales como la Convención Ramsar, Wetland Internacional, UICN, CATHALAC, así como diversas entidades (ONG, Centros docentes y de investigación, empresas productivas) de Iberoamérica. De forma cuantitativa, los resultados alcanzados por la Red se pueden resumir de la forma siguiente:

Actividades de capacitación

- Realización de 7 cursos y jornadas de especialización con la participación de 205 especialistas

Actividades de intercambio de experiencias y transferencia de conocimientos

- Realización de 25 talleres, simposios y seminarios con la participación de más 800 participantes

Actividades de difusión

- Publicación de 5 monografías sobre los principales aspectos del cambio global y los humedales
- Página WEB
- Boletín Electrónico semestral
- Base bibliográfica sobre cambio climático y directorio de especialistas.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTRO, M y FERNÁNDEZ, L (Eds). 2006. Monografía “Gestión sostenible de humedales”. Santiago de Chile, 2006. ISBN 9876-43-3591-2 , 455p
- CONFALONIERI, U, MENDOZA, M. y FERNÁNDEZ, L. (Eds). 2009. Monografía “Efecto de los cambios globales sobre la salud humana y la seguridad alimentaria”. Buenos Aires. 2009. 290 pp.
- COP7 DOC. Convención Ramsar 24, 1999
- FERNÁNDEZ, L y MOURA, D. (Eds). 2005. Humedales de Iberoamérica. Experiencia de estudio y gestión. La Habana. ISBN 959-270-061-3, 355p.
- FERNÁNDEZ, A., FERNÁNDEZ, L. y DI RISIO, C (Eds). 2004. Serie: El agua en Iberoamérica. Vol 10 “Calidad de agua y manejo de ecosistemas acuáticos”. Buenos Aires. ISBN 987-43-8080-2
- FERNÁNDEZ, A, FERNÁNDEZ, L y VOLPEDO, A. (Eds). 2007. Monografía “Efecto de los cambios globales sobre los recursos hídricos y los ecosistemas marino costeros”. Buenos Aires. 2008. ISBN 978-987-96413-2-3 pp153
- FORMULARIO RED 406RT0285 “Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica”, 2005, Programa CYTED.
- GUTIÉRREZ PÉREZ, T., CENTELLA ARTOLA, A. y LIMIA MARTÍNEZ, M. 2001. Impactos del Cambio Climático en Cuba. Revista Ciencia, innovación y desarrollo. 6 (1): 26-29.
- ICGC ACC. 1990. Estudio de los grupos Insulares y Zonas Litorales del Archipiélago Cubano con Fines Turísticos. Editorial Científico-Técnica, La Habana, Cuba. Coordinador científico: Lucas Fernández Reyes. Tomos I, II, III, IV.
- IES. PNCT 2001. Bases ecológicas para la restauración de manglares en áreas seleccionadas del archipiélago cubano y su relación con los cambios climáticos globales. *En*: Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano. La Habana.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS. El manejo de los recursos hídricos ante el cambio climático: medidas de mitigación en Cuba. I Congreso manejo integrado de los recursos hídricos. 4 de julio del 2007.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS. Los recursos hidráulicos y su rol en el desarrollo sostenible cubano. Decenio internacional para la acción “el agua fuente para la vida 2005-2015”. La Habana, 22 de marzo de 2007
- IPCC –INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 1996. Climate Change 1995 - Impacts, Adaptations and mitigation of climate change: scientific technical analysis. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge.
- MENÉNDEZ, L. y PRIEGO, A. 1994. Los manglares de Cuba: Ecología. *En*: Suman,

- D. (ed) (1994): El ecosistema de manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: su manejo y conservación. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science & The Tinker Foundation. 64-75.
- NEIFF, JJ. 2004. Monografía “Humedales de Iberoamérica”. La Habana. ISBN 959-270-036-2
- ORTEGA, F, FERNÁNDEZ, L y VOLPEDO, A. (Eds). 2009. Monografía “Efecto de los cambios globales sobre el ciclo del carbono”. Buenos Aires. 2009. 143 pp.
- TALLER ZAPATA. 2006. Vulnerabilidad de la Ciénaga de Zapata ante los cambios climáticos globales. Propuesta de alternativas para la gestión- reducción de riesgos. Experiencias locales. Tania Piñeiro Cordero, Eduardo Abreu Guerra, Juliette González Méndez.
- VOLPEDO, A. y FERNÁNDEZ, L (Eds). 2008. Monografía “Efecto de los cambios globales sobre biodiversidad”. Buenos Aires. 2008. ISBN 978-987-05-5533-9, 294 p.
- VI CONVENCION INTERNACIONAL SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO. DISPONIBILIDAD DE AGUA, MANEJO Y EFECTOS INTERACTIVOS. La Habana. 2 al 6 de julio del 2007. Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA). MSc. Candelario Alemán García

EL PROYECTO DE BIODIVERSIDAD IABIN COMO ESTRATEGIA PARA EL ABORDAJE DE CAMBIOS GLOBALES EN ECOSISTEMAS DE AMÉRICA

The IABIN biodiversity Project as a strategy for dealing with global changes in ecosystems of America

Alba Puig

División Limnología (Area Ecología), Museo Argentino de Ciencias Naturales
Angel Gallardo 470. C1405DJR-Ciudad de Buenos Aires. Argentina.
apuig@macn.gov.ar

RESUMEN

Los cambios en la biodiversidad están repercutiendo directa o indirectamente sobre el bienestar humano, ya que comprometen el funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad de generar servicios esenciales para la sociedad. El objetivo de este trabajo es aportar, integrando fuentes bibliográficas relevantes, un marco conceptual sobre ecosistemas y biodiversidad en relación a cambios globales, para luego presentar una iniciativa a escala continental, como una estrategia para el abordaje regional de las problemáticas mencionadas. La evaluación de la integridad de ecosistemas y la restauración ecológica representan dos campos emergentes que requieren disponer de indicadores efectivos. Se recomienda adoptar un enfoque ecosistémico considerando al ecosistema como la unidad funcional para la gestión ambiental. La biodiversidad abarca todo el espectro de organización biológica, sus componentes estructurales y funcionales, y las diferentes escalas de espacio y tiempo. Sin embargo, la biodiversidad a nivel de ecosistemas es un concepto aún en construcción. La investigación y el abordaje de problemas complejos de gran escala requieren el desarrollo de estrategias de cooperación entre distintos países. El enfoque informático representa una alternativa para integrar y comparar información generada por múltiples fuentes, procurando interoperabilidad mediante la adopción de protocolos, estándares y el registro de metadatos. A escala del continente americano se está desarrollando el Proyecto de biodiversidad IABIN, cuya Red Temática de Ecosistemas avanza en la elaboración de una clasificación panamericana estandarizada de referencia para ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos, así como en un sistema de cruzamiento entre distintas clasificaciones. Grupos de investigación argentinos contribuyen a la digitalización de información. Nuestra institución participa en el consorcio de coordinación, aporta expertos a los respectivos comités y desarrolla un subproyecto para documentar metadatos de bibliografía relevante de ecosistemas de países o regiones de América.

Palabras clave: cambios-globales; biodiversidad; ecosistemas; ecoinformática; enfoque ecosistémico; conservación; restauración; América

SUMMARY

Biodiversity changes are directly or indirectly affecting human well-being, since they compromise the ecosystem functioning and their capacity for generating essential services for the society. The object of this work is to provide a conceptual framework of ecosystems and biodiversity in relation to global changes, by the integration of relevant bibliography; further an initiative at continental scale will be presented as a regional

strategy for dealing with the mentioned issues. The evaluation of ecosystem integrity and the ecological restoration are two emerging fields that need to have effective indicators. An ecosystem approach, considering the ecosystem as a functional unit for environmental management purposes, is recommended to be adopted. Biodiversity covers all the spectrum of biological organization, their structural and functional components, and the different time and space scales. However biodiversity at the ecosystem level is yet a concept under construction. Research and dealing with complex problems at large scale need the development of cooperation strategies among different countries. The Informatics approach provides an alternative method for integration and comparison of information from multiple sources, improving interoperability by adoption of protocols and standards as well as metadata documentation. At the American continent scale the IABIN Project of biodiversity is in development; its Ecosystem Thematic Network is in progress of elaborating a standardized inter-american reference classification for terrestrial, marine, and freshwater ecosystems as well as a cross-walk system among different classifications. Argentine research groups are contributing to the digitalization of information. Our institution participates in the coordination consortium, provides experts to each committee, and is developing a sub-project about metadata documentation of relevant bibliography on ecosystems of American countries or regions.

Key words: global-changes; biodiversity; ecosystems; ecoinformatics; ecosystem-approach; conservation; restoration; America

INTRODUCCIÓN

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio puso de manifiesto las estrechas relaciones entre la biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. La biodiversidad del planeta está siendo severamente afectada por las modificaciones, sin precedentes, inducidas por las actividades humanas sobre los ecosistemas, entre las cuales se destacan el cambio de usos del suelo, la alteración de los ciclos biogeoquímicos, la destrucción y fragmentación de hábitats, la introducción de especies exóticas y la alteración de las condiciones climáticas (MEA, 2005). Los cambios en la biodiversidad están repercutiendo directa o indirectamente sobre el bienestar humano, ya que comprometen el funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad de generar servicios esenciales para la sociedad (Díaz *et al.*, 2006).

Actualmente, los variados e intensos movimientos transfronterizos (contaminantes, personas, etc.) ponen en evidencia que los problemas ambientales, sociales y económicos son globales y requieren soluciones también globales (Gallopín, 1990).

El objetivo de este trabajo es aportar, mediante la integración de fuentes bibliográficas relevantes, un marco conceptual sobre ecosistemas y biodiversidad en relación a cambios globales. A partir de ello presentar una iniciativa a escala continental, el Proyecto IABIN (Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad), con especial referencia a su Red Temática de Ecosistemas, como una estrategia para el abordaje regional de las problemáticas mencionadas.

CAMBIO GLOBAL

El cambio global comprende modificaciones actuales producidas por cambios en el uso del suelo a nivel mundial; cambios geopolíticos; degradación del medio natural; abuso en la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables; pérdida de

biodiversidad y los consecuentes procesos de desertificación, y el calentamiento global, así como el cambio climático (Thiessen *et al.*, 2007). La intensa conexión actual entre las distintas regiones del planeta (modelos económicos globales, división internacional de las economías) agudiza estas transformaciones.

La población mundial va en aumento y se evidencia además, una acentuada urbanización, es decir, una proporción creciente en centros urbanos. El agua dulce se está volviendo uno de los factores más críticos para la humanidad, dado que su demanda va en aumento mientras se incrementan los problemas para disponerla en cantidad y calidad apropiada (Varis, 1999).

Asimismo, se registra un aumento de enfermedades ambientales, aumento de especies invasoras y extinción masiva de especies (reconociéndose al deterioro o pérdida de hábitat como un importante factor causal).

En las últimas décadas hay una tendencia a la reducción en tipos de ecosistemas y a su simplificación debido a actividades y perturbaciones humanas, lo que pone en peligro la estabilidad de los procesos biofísicos de la vida. El desafío consiste en abordar cómo reparar el daño ya ocasionado a los ecosistemas y cómo prevenirlo o mitigarlo en adelante, en un escenario de cambio.

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

Los ecosistemas poseen numerosos elementos e interacciones, manifiestan alta heterogeneidad espacial y varían en el tiempo, son capaces de autoorganizarse y disponen de variados mecanismos de regulación de distinta jerarquía. De acuerdo a las condiciones prevalecientes, pueden reemplazar componentes, procesos e, incluso, mecanismos de regulación, en función de utilizar mejor los recursos disponibles o de absorber perturbaciones (Jørgensen, 1999), por lo que se los considera sistemas adaptativos complejos. Esta complejidad dificulta su consideración operativa cuando se procura delimitarlos, clasificarlos o evaluar su integridad.

Básicamente, se considera que un ecosistema posee integridad ecológica cuando mantiene tanto su diversidad biológica, como su modo de funcionamiento natural. La integridad de un ecosistema, de acuerdo a la definición más aceptada (Karr y Dudley, 1981), refiere a su capacidad de sustentar y mantener una comunidad de organismos balanceada, integrada y adaptativa con una composición, diversidad y organización funcional comparable a las de hábitats naturales de la región. Las funciones de los ecosistemas (regulación atmosférica, regulación climática, amortiguación de perturbaciones, regulación hídrica, formación y retención del suelo, regulación de nutrientes, control biológico, polinización, provisión de refugio, alimento, materiales, recursos genéticos, etc.) son relevantes para el funcionamiento planetario. La humanidad obtiene el beneficio de bienes y servicios ecosistémicos (abastecimiento, regulación, culturales) los que valora subjetivamente de diferente modo (dependiendo de culturas, épocas, etc.), pero dichos beneficios tienden a perderse como consecuencia del fuerte deterioro generalizado.

El manejo de un ecosistema poco perturbado apunta a su conservación, mientras en uno con un grado de perturbación que superó determinados límites se enfoca hacia su restauración.

La restauración ecológica es el proceso activo de ayudar a la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido hacia un estado de referencia (adaptable y autosostenible en cuanto a su estructura, composición de especies y función, que se integre al paisaje circundante y brinde medios de vida sostenibles) (Society for

Ecological Restoration: www.ser.org). En sistemas resilientes (con capacidad de absorber perturbaciones y reorganizarse ante los cambios (Walker *et al.*, (2004)) las intervenciones dirigidas a remover o mejorar factores que forzaron al sistema a niveles inapropiados podrían ser suficientes para permitir su recuperación. Sin embargo en los casos que se superaran los límites de resiliencia se necesitarán además intervenciones posteriores (Rapport y Whitford, 1999). Estas intervenciones pueden ser bióticas (reintroducción de especies nativas, remoción de especies invasoras, etc.) o abióticas (reestablecimiento de patrones de disturbio en frecuencia y amplitud apropiadas, reconstrucción de estructura del sistema, etc.) (Hobbs y Harris, 2001).

Tanto la evaluación de la integridad de ecosistemas como la restauración ecológica representan dos nuevos campos emergentes enfocados uno al diagnóstico y el otro al tratamiento. Harris y Hobbs (2001) consideran que ambos campos, de carácter holístico o interdisciplinario, resultan potencialmente complementables sinérgicamente si se logra aplicar conceptos de integridad ecosistémica de un modo operativo en proyectos reales de restauración. En este sentido, resulta crucial identificar indicadores de integridad efectivos y medibles. Los enfoques de restauración *ad hoc* (caso específico) pueden neutralizar problemas locales en el corto plazo, pero causar un daño mayor al funcionamiento del sistema cuando se evalúa a largo plazo y en un contexto más amplio de paisaje. En realidad, muchas prácticas de pretendida restauración deterioran el ambiente aún más, en vez de recuperarlo, por lo que resulta crucial conocer el funcionamiento de un ecosistema para encaminarse apropiadamente hacia su restauración ecológica (Comín, 2002; Zamora, 2002).

ENFOQUE ECOSISTÉMICO

Un modo sostenible de vida depende de conservar la vitalidad y diversidad del planeta. La Convención sobre Diversidad Biológica (CBD), surgida de la cumbre de Río de Janeiro de 1992, recomienda aplicar un enfoque ecosistémico (adoptado en la COP5 y ratificado en la COP7) como marco para el logro de sus objetivos: conservación, uso sostenible y distribución justa y equitativa de los bienes y servicios de la biodiversidad (UNEP/CBD, 2000).

Este enfoque representa una estrategia para el manejo integrado y para la restauración de tierras, aguas y recursos vivos, promoviendo la conservación y el uso sostenible de manera equitativa, participativa y descentralizada. Por ello integra aspectos ecológicos, económicos, sociales y culturales en un área geográfica definida por límites ecológicos, ya que considera al ecosistema (con sus dimensiones natural y social) como la unidad funcional para la gestión ambiental.

A fin de procurar un estado deseado para un ecosistema (como meta de conservación o de restauración), además de intervenciones sobre factores físicos, químicos o biológicos, es necesario modificar conductas humanas, por lo que requiere una buena articulación entre especialistas de las ciencias más duras (exactas, naturales) y de las ciencias sociales, que aún no resulta sencilla. En el proceso de gestión ecosistémica deben participar tres ámbitos claves: el político (responsables de la gestión en los niveles que correspondan), el científico-técnico y el social. Como los sistemas naturales y sociales son complejos, uno de los principios de este enfoque recomienda utilizar el mejor conocimiento disponible.

Se enfatiza el uso sostenible de recursos renovables y conservar tanto los sistemas que sustentan la vida (conformación del clima, conservación de la calidad del aire y del agua, conservación del flujo del agua, reciclado de elementos esenciales, generación y

regeneración del suelo) como la biodiversidad, la que suele enunciarse a tres niveles de organización: la variedad de especies, la variedad genética de cada especie y la variedad de sistemas ecológicos.

En una revisión sobre la aplicación del enfoque ecosistémico en Latinoamérica (Andrade Pérez, 2007) se registró que, en general, se sostiene espontáneamente en esfuerzos de gente comprometida (sólo ocasionalmente institucionalizados), dentro de un contexto de proyectos de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, convergiendo con otras aproximaciones de manejo, sujeta a diferentes interpretaciones y todavía con poco impacto a nivel global.

La tenencia de la tierra y un alto grado de analfabetismo surgen como limitaciones regionales; por otra parte, los procesos participativos pueden resultar costosos y generar expectativas que superan los plazos de los proyectos.

Las recomendaciones incluyen fortalecer la generación de conocimiento e información, así como conciliar con objetivos de corto plazo que beneficien a pobladores locales. Se enfatiza la conveniencia de adoptar un manejo adaptativo ante el cambio climático en esta extensa región que contiene amplios sistemas aún poco fragmentados.

EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD

La biodiversidad, propiedad de todos los sistemas vivos de ser distintos, es la resultante de procesos y patrones ecológicos y evolutivos irrepetibles (Jeffries, 1997). Núñez *et al.* (2003), en su revisión sobre las referencias y menciones del concepto de biodiversidad, señalan un incremento exponencial desde fines de los años '80. El concepto, que refería en sus inicios básicamente a la variedad de especies, se fue modificando muy rápidamente para incorporar nuevas perspectivas y avances, nutriéndose de diferentes contextos (científico, política ambiental y público).

El concepto actual de biodiversidad abarca todo el espectro de organización biológica, desde genes hasta comunidades, sus componentes estructurales y funcionales, y las diferentes escalas de espacio y tiempo (Núñez *et al.*, 2003). Esta visión más abarcativa y profunda que las nociones iniciales ofrece un marco de referencia para su comprensión y aplicación en los esfuerzos de conservación que favorece la confluencia del aporte del conocimiento generado por taxónomos, genetistas, ecólogos, biogeógrafos, paleontólogos, bioinformáticos, etc.

Por otro lado, los autores mencionados advierten que la enunciación e interpretación del concepto en estrategias educativas y de comunicación no resulta sencilla, ya que aún no genera imágenes suficientemente claras en los distintos sectores y grupos sociales. Sus implicancias no se comprenden en toda su magnitud, y esto limita la participación social en las políticas públicas respectivas.

BIODIVERSIDAD A NIVEL DE ECOSISTEMAS

En 2006 se realizó en Dinamarca una conferencia internacional (organizada entre otros por DanBif, el nodo danés de GBIF: Global Biodiversity Information Facilities) sobre biodiversidad a nivel de ecosistemas enfocada en debatir aspectos como su definición, relevancia, cuantificación y aplicaciones.

Whittaker (2009), aclara inicialmente en su revisión que la biodiversidad a nivel de ecosistemas es un concepto en construcción, en cuanto a su significación teórica y práctica, ya que aún no se dispone de una definición consensuada y estandarizada. Los distintos intentos de definirla suelen referir a “número de asociaciones de especies” o bien a “número de hábitats” referidos a escalas espaciales desde paisaje hasta región.

En los últimos 100 años se hicieron intentos para clasificar paisajes o regiones en hábitats más o menos discretos y/o en ensambles de especies, mediante enfoques estructurales o funcionales. Esto permite obtener unidades útiles para mapear, así como para el manejo de ecosistemas, si bien el autor considera que no resulta clara su utilidad para evaluar biodiversidad.

Los ecólogos están típicamente más interesados en: 1) considerar la cantidad de diversidad a nivel de especies o subespecies que puede ser sostenida por estos paisajes y/o 2) en la “salud” funcional, es decir, la integridad de estos ecosistemas. Esto incluye una variedad de enfoques comprendidos bajo la denominación general de gestión ecosistémica.

El simple recuento de tipos de asociaciones no parece suficiente, al no incorporar aspectos relevantes más detallados, como la conectividad funcional. Por lo tanto, más allá de cuantificar el número de ecosistemas o tipos de comunidades, recomienda buscar modos de estimar aspectos funcionales de los ecosistemas, o sea, evaluar tanto la diversidad como la integridad de los ecosistemas.

ESTRATEGIAS A GRAN ESCALA

Así como las especies migratorias o las enfermedades no reconocen fronteras entre países, los ecosistemas pueden no coincidir con dichos límites administrativos. La delimitación de áreas protegidas, o bien la aplicación de prácticas de manejo apropiadas para la protección de funciones y procesos ecológicos de gran escala (considerando cuencas hidrográficas, ciclos biogeoquímicos, etc.) requieren desarrollar estrategias de cooperación entre distintos países. Por otra parte, en un plano técnico objetivo, se requieren sistemas para integrar y sintetizar datos provenientes de distintas fuentes, permitiendo una perspectiva interdisciplinaria y más amplia en tiempo y en espacio a fin de revelar patrones y generalizaciones sobre principios que gobiernan la biósfera (Jones *et al.*, 2006). El enfoque informático representa una alternativa para abordar problemas complejos de gran escala. Los autores plantean que el mayor desafío en ecoinformática (investigación y desarrollo en la interfase entre ecología, computación y tecnología de la información) surge de la complejidad inherente y de la amplitud de los datos generados en estudios ecológicos (que difieren en escalas, metodologías, etc.). La promoción de la aplicación de estándares, así como el registro de metadatos, facilita la integración e interpretación de datos generados por distintas fuentes, permitiendo, por ejemplo, su aprovechamiento en diferentes contextos o la permanencia de su validez para responder nuevas preguntas en el futuro.

EL PROYECTO INTERAMERICANO IABIN

Entre las iniciativas sobre biodiversidad existentes a diferentes escalas, a nivel continental se generó en 1996 el Proyecto “Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad” (IABIN, por sus siglas en inglés), por mandato de una Cumbre Hemisférica de Desarrollo Sostenible. Participan 34 gobiernos nacionales, centros académicos y científicos, organizaciones no-gubernamentales e intergubernamentales y sector privado. Su objetivo principal es promover entre los países americanos intercambio, colección y uso de la información sobre la biodiversidad, mediante un portal de Internet, para la toma de decisiones, la investigación y la educación con el fin de fomentar el desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad en la región, complementando iniciativas internacionales. Además de generar infraestructura para compartir información, se propone identificar los recursos existentes, procurar llenar

vacíos de información relevantes y poner énfasis en proyectos aplicados. IABIN adopta y promueve la adopción de protocolos de transferencia por Internet y estándares tanto para datos como para sus respectivos metadatos.

El Proyecto se organiza en Redes Temáticas (Especies-Especímenes, Ecosistemas, Áreas Protegidas, Especies Invasoras y Polinizadores) a integrarse con un sistema de Catálogo de metadatos y una Red de Información Geo-espacial. Mediante la integración de información se espera proveer herramientas para la toma de decisiones.

LA RED TEMÁTICA DE ECOSISTEMAS

La Red Temática de Ecosistemas inició sus actividades en 2006 bajo la coordinación de un Consorcio, liderado por el Smithsonian Tropical Research Institute (STRI; EEUU/Panamá), conformado además por el Museo Argentino de Ciencias Naturales (MACN), el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio; Costa Rica), NatureServe, The Nature Conservancy (TNC), Fundação O Boticário (Brasil) y EcoCiencia (Ecuador). Durante 2009 el liderazgo pasó a NatureServe, integrando el resto del consorcio: TNC, STRI, MACN, el Instituto Alexander von Humboldt (Colombia) y el Centro de Información para el Desarrollo Sostenible (CIDES; Panamá).

Su objetivo es implementar una red electrónica e institucional dedicada a la información americana sobre ecosistemas, como sustento para el proceso de toma de decisiones, la investigación y la educación.

Esta red enfrenta grandes desafíos tanto conceptuales como operativos (falta de estándares para clasificaciones de ecosistemas, distintas escalas y resoluciones en la información existente, insuficientes datos georreferenciados de especies y observaciones relacionables, pocas herramientas de análisis e interpretación de datos ecosistémicos para la toma de decisiones).

Para encaminarse hacia la incorporación e integración de información existente en los países sobre sistemas ecológicos a distintas escalas se avanza en dos estrategias complementarias: la elaboración de una clasificación panamericana estandarizada de referencia para ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos continentales e insulares (mediante la adaptación de un esquema jerárquico elaborado por GEOSS) y el desarrollo de un sistema de cruzamiento entre distintas clasificaciones. Argentina es uno de los países que está aportando a esta última, mediante la digitalización de información de sistemas terrestres, marinos, y acuáticos, a través de respectivos subproyectos piloto.

Las herramientas para la toma de decisiones permitirán, por ejemplo, evaluar corredores biológicos y conectividad, predecir vulnerabilidad de hábitat a presiones antrópicas, establecer prioridades de protección para áreas naturales, optimizar metas de conservación, etc. Por ejemplo, como uno de los prototipos de aplicación están elaborando un modelo de dengue.

Desde el portal (actualmente en desarrollo) el usuario podrá realizar búsquedas en la base de datos del formato estándar y obtener documentos y mapas por: país o región, clase de ecosistema (con correspondencias entre clases), variables biogeográficas y ecológicas; visualizar e integrar datos de ecosistemas y de otras redes; tener acceso a herramientas y a servicios.

CATÁLOGO Y DOCUMENTACIÓN DE BIBLIOGRAFÍA DE ECOSISTEMAS

El Catálogo permitirá integrar y facilitar la búsqueda de datos e información suministrada por cada Red Temática, integrando metadatos existentes en los países. El

motor de búsqueda identificará palabras claves en inglés, español y portugués, mostrándose el contenido en su idioma original.

Desde nuestra institución estamos desarrollando el Subproyecto “Documentación de bibliografía de ecosistemas” a fin de recopilar bibliografía vinculada a la clasificación de sistemas ecológicos a distintas escalas en países o subregiones de América y elaborar sus metadatos de acuerdo a un perfil basado en el estándar Dublin Core a fin de que resulten ampliamente disponibles via Internet en el Catálogo. En la primera etapa se registraron los metadatos (información de la cita bibliográfica, resumen, idioma, cobertura, etc.) de unos 150 trabajos referidos a sistemas terrestres y 100 a marinos y en esta etapa final se registraron los metadatos de más de 200 trabajos de los distintos tipos de ecosistemas. Como se aspira a que este esfuerzo de recopilación y generación de metadatos represente un aporte significativo para investigación, gestión y educación, se asumió la premisa básica de generar metadatos de buena calidad, para lo que se implementaron mecanismos que minimicen la posibilidad de errores que puedan dificultar búsquedas del usuario. Al mismo tiempo, se visualizó como una buena oportunidad para brindar mayor visibilidad a valiosos trabajos realizados en América Latina y el Caribe que permanecen con restringida difusión. En consecuencia, más allá de las metas formales, interesa intentar incluir trabajos relevantes de los especialistas locales, así como poder incorporar trabajos de numerosos países americanos. Esto podrá llegar a resultar factible se logra recibir el aporte, proveniente de referentes de cada país americano, de trabajos en la temática mencionada (Dra. A. Faggi, ecosistemas terrestres: afaggi@macn.gov.ar; Lic. A. Tablado, ecosistemas marinos: tablado@macn.gov.ar; Dra. A. Puig, ecosistemas acuáticos y coordinadora: apuig@macn.gov.ar).

CONCLUSIONES

Como señaló Vitousek (1994), somos la primera generación que, de forma consciente, sufre las consecuencias del cambio global, pero somos también la última generación con herramientas para cambiar significativamente buena parte del proceso de degradación. Zamora (2005), reclama que se aplique el conocimiento ecológico acerca del funcionamiento de los sistemas naturales para gestionar, conservar y restaurar los ecosistemas que proporcionan los alimentos, recursos y servicios que sustentan la vida en el planeta. Considera que urge crear canales de comunicación entre científicos, gestores, políticos y la sociedad en general, e incluye entre sus recomendaciones: formar y educar con una visión amplia e integradora, y con un trasfondo de valores humanistas; investigar también en ambientes antropizados; generar ciencia sólida, duradera y orientada a la solución de problemas ambientales; presionar y apoyar a las administraciones públicas para que el estado desarrolle políticas científicas a largo plazo. A fin de enfatizar la investigación y desarrollo alrededor de grandes problemas, más que de disciplinas o sectores, debe impulsarse una modalidad interdisciplinaria e intersectorial, reforzando la investigación cooperativa, involucrando diferentes grupos dentro de los países y también entre países (Gallopín, 1990)

Resulta evidente que hay mucho por hacer en muy poco tiempo para intentar encaminarse, dentro de un escenario de cambio, hacia opciones de desarrollo sostenible, entendido como aquel que minimiza la degradación o destrucción de su propia base ecológica de producción y habitabilidad. Como expresó el prestigioso limnólogo británico Brian Moss (en Bécares, 2004), es necesario llevar a cabo cambios muy importantes en la ciencia, en las instituciones académicas y en la sociedad si queremos

que la hidrósfera y la biósfera retengan los pocos bienes y servicios que aún le quedan. La sociedad tiende más a admirar a los financieramente exitosos que a valorar el trabajo duro y difícil que contribuye al verdadero bienestar de toda la humanidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto IABIN (Banco Mundial / OEA) por su apoyo financiero al Subproyecto 'Documentación de Bibliografía de Ecosistemas', mediante Acuerdo CONICET (MACN) - OEA, y para la participación en Talleres de Expertos en Ecosistemas.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE PEREZ, A. (ed.), 2007. *Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica*. CEM – UICN. Bogotá, Colombia. 87 pp.
- BECARES, E., 2004. Entrevista a Brian Moss, un prestigioso limnólogo comprometido socialmente. *Ecosistemas* 13 (2) www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=146
- COMIN, F., 2002. Restauración ecológica: teoría versus práctica. *Ecosistemas* 11 (1). www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=305
- DIAZ, S.; J. FARGIONE; F.S. CHAPIN III y TILMAN, D. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology* 4 (8): e277. doi:10.1371/journal.pbio.0040277
- GALLOPIN, G. C. 1990. Prioridades ecológicas para el desarrollo sostenible en América Latina: pp. 29-36, En 'Latinoamérica, medio ambiente y desarrollo' Seminario Latinoamericano sobre Medio Ambiente y Desarrollo, San Carlos de Bariloche, Argentina, 15-21 octubre 1990. IEIMA y Fundación Roulet, Colección Encuentros 8. Buenos Aires, 352 pp.
- HARRIS, J.A. y HOBBS, R.J. 2001. Clinical practice for ecosystem health: the role of ecological restoration. *Ecosyst. Health* 7 (4):195-202.
- HOBBS, R J. y HARRIS, J.A. 2001. Restoration ecology: repairing the Earth's ecosystems in the new millennium. *Restor. Ecol.* 9:239-246.
- JEFFRIES, M, 1997. *Biodiversity and conservation*. Routledge, Londres, 208 pp.
- JONES, M.B.; M.P. SCHILDHAUER; O.J. REICHMAN y BOWERS, S. 2006. The new bioinformatics: integrating ecological data from the gene to the biosphere. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37:519-544.
- JØRGENSEN, S.E., 1999. The state-of-the-art of ecological modelling with emphasis on development of structural dynamics models. *Ecol. Model.* 120:75-96.
- KARR J. R. y DUDLEY, D.R. 1981. Ecological perspective on water quality goals. *Environ. Manage.* 5:55-68.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. World Resources Institute, Washington, D.C.
- NUÑEZ, I.; E. GONZALEZ-GAUDIANO y BARAHONA, A. 2003. La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia* 28 (7):387-393.
- RAPPORT, D.J. y WHITFORD, W.G. 1999. How ecosystems responds to stress. *BioScience* 49:193-203.
- THIESSEN, H.; M. BRKLACICH; G. BREULMANN y MENZES R. (eds.), 2007. *Communicating Global Change Science to Society. An Assessment and Case Studies*. SCOPE 68. Island Press, Washington, DC, 215 pp.
- UNEP/CBD, 2000. The Ecosystem Approach. Decision V/6. Decisions adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. COP 5. Nairobi 15-26 May.

- VARIS, O. 1999. Water resources management: Vicious and virtuous circles. *Ambio* 28 (7):599-603.
- VITOUSEK, P.M., 1994. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology* 75:1861-1876.
- WALKER, B.; C.S. HOLLING; S.R. CARPENTER y KINZING, A. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems: *Ecol. Soc.* 9 (2) www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5.
- WHITTAKER, R.J., 2009. What is ecosystem diversity - and how does it relate to other levels of biodiversity?. En: Balslev, H y F Skov (eds.). Biodiversity at the Ecosystem Level-Patterns & Processes. Proceedings of the 2nd DanBIF conference, Aarhus, Denmark, 26-27 April 2006. NERI Tech. Report N° 741, 44 pp. www.dmu.dk/Pub/FR741.pdf
- ZAMORA, R., 2002. La restauración ecológica: una asignatura pendiente. *Ecosistemas* XI (1). www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=306
- ZAMORA, R., 2005. Aquí y ahora: una llamada al compromiso y la acción. *Ecosistemas*. 2005/2. www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=106

Efecto de los cambios globales sobre los sistemas naturales y socioeconómicos.



CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO PANTANAL EM FUNÇÃO DE TENDÊNCIAS HIDROCLIMÁTICAS

Sustainable development scenarios in the Pantanal in function of hydroclimatic tendencies

Ivan Bergier Tavares de Lima y André Steffens Moraes *

Embrapa Pantanal, Rua 21 de Setembro 1880, Caixa Postal 109
79320-900 – Corumbá – MS – Brasil.

* andre@cpap.embrapa.br

RESUMO

Este estudo busca prospectar cenários de desenvolvimento sustentável no Pantanal a partir de uma análise contextual sob a perspectiva da mudança do clima. Os cenários tangíveis são construídos a partir de um diagnóstico que evidencia causas regionais e globais para as variações interanuais observadas no nível máximo de água no Rio Paraguai, em Ladário, Brasil. As causas regionais podem estar ligadas às mudanças do canal principal do Rio Taquari, induzidas pelo aumento das chuvas e pelo maior aporte de sedimentos provocado pela mudança do uso da terra (erosão) na Bacia do Alto Taquari. As causas globais parecem estar ligadas à elevação da temperatura dos oceanos, devido ao aumento das emissões antrópicas de gases de efeito estufa, que resultou no aumento regional das chuvas a partir de 1974. Em contraposição, os oceanos podem eventualmente resfriar devido a emissões estratosféricas de aerossóis por eventos extremos de erupção vulcânica. Outro fator relevante é o desmatamento da Amazônia, dado que boa parte das chuvas no Pantanal pode ter origem naquela região. Embora no médio prazo a disponibilidade hídrica na planície de inundação do Rio Paraguai deva permanecer ao redor dos níveis atuais, a mudança do clima deve favorecer eventos extremos de precipitação e estações secas mais prolongadas. Secas extremas devem afetar em particular áreas de pouca influência do pulso de inundação do Rio Paraguai, no Pantanal sul-matogrossense. Diante de cenários ambientais e econômicos tangíveis, adaptações e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da região podem ser alicerçadas na criação e uso de tecnologias visando manejo adequado de biomassa vegetal terrestre e aquática para manutenção de serviços ambientais essenciais (remoção de carbono da atmosfera e produção de água), e para mitigação da emissão de gases de efeito estufa através da produção de energia (biocarvão, etanol celulósico, bio-óleo, hidrocarbonetos, etc.) e insumos renováveis (madeira, fertilizantes, fibras, etc.).

Palavras-chave: Mudanças climáticas. Hidrologia. Desenvolvimento sustentável. Pantanal.

SUMMARY

This study aims exploring scenarios of sustainable development in the Pantanal from a contextual analysis under the perspective of climate change. The tangible scenarios are built starting from a diagnosis that evidences regional and global causes for the interannual variations observed in the maximum level of water in Rio Paraguai, in Ladário, Brazil. The regional causes may be linked to the changes in the main channel of the Taquari River, induced by increased rainfalls and by the largest amount of

sediments provoked by land use change (erosion) in the High Taquari Basin. The global causes seem to be linked with rising ocean temperatures, due to increased anthropogenic emissions of greenhouse gases, which resulted in increased regional rainfall from 1974. In contrast, the oceans may eventually cool down due to emissions of stratospheric aerosols by extreme events of volcanic eruption. Another relevant factor is the deforestation of the Amazon, as much of the rains in the Pantanal may have origin in that region. Although in the medium-term the availability of water in the floodplain of the Paraguai River should remain around current levels, the climate change should favor extreme events of precipitation and longer drought seasons. Extreme droughts should affect areas of little influence of the flood pulse of the Paraguai River in particular, in the south Pantanal. In the face of environmental and economic tangibles scenarios, adaptations and opportunities for sustainable development in the region may be grounded on the creation and use of technologies for proper management of terrestrial and aquatic plant biomass to maintenance of essential environmental services (carbon removal from the atmosphere and water production), and to mitigate the emission of greenhouse gases through energy production (biochar, cellulosic ethanol, bio-oil, oil, etc.) and renewed inputs (wood, fertilizers, fibers, etc.).

Key words: Climate change. Hydrology. Sustainable development. Pantanal.

INTRODUCCIÓN

Emissão antrópica de gases de efeito estufa (GEE) e o aquecimento dos oceanos.

O Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da Organização das Nações Unidas (IPCC, 2007) mostra que as atividades humanas, em especial o consumo de combustíveis fósseis e a mudança do uso da terra serão os principais responsáveis por alterações significativas nos padrões globais de circulação atmosférica e oceânica. A mudança do clima deverá repercutir, ainda neste século, na dinâmica e estrutura de ecossistemas e sociedades em todo o mundo. O Pantanal carece de conhecimento a respeito dos possíveis efeitos da mudança climática sobre os ecossistemas regionais e atividades sócio-econômicas vigentes (agropecuária, pesca, turismo, mineração).

Os oceanos recobrem 3/4 da superfície do planeta e são aquecidos pela radiação solar de ondas curtas e pela radiação de ondas longas refletida pela superfície terrestre. As ondas longas, por sua vez, são em parte re-emitidas para a superfície do planeta por gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Estudos mostram que o atual aquecimento do planeta resulta não somente da flutuação dos níveis de irradiância, raios UV (ultravioleta) ou raios cósmicos solares. Esses três fatores explicam somente uma pequena fração da variabilidade da temperatura do planeta (Solanki e Krivova, 2003; Alexeev, 2007), visto que os oceanos tem ganhado calor, apesar da diminuição dos níveis de irradiância solar nas últimas três décadas (Solanki e Krivova, 2003; Alexeev, 2007). O ganho líquido de calor dos mares é atualmente atribuído às emissões antrópicas de GEE (Levitus et al., 2000, 2005; Domingues et al., 2008). A Figura 1 apresenta estimativas da mudança (anomalia) do conteúdo de calor nos oceanos do mundo e no Oceano Atlântico desde 1948. O balanço do conteúdo de calor nos mares tem se mantido em valores positivos particularmente a partir de meados da década de 1970.

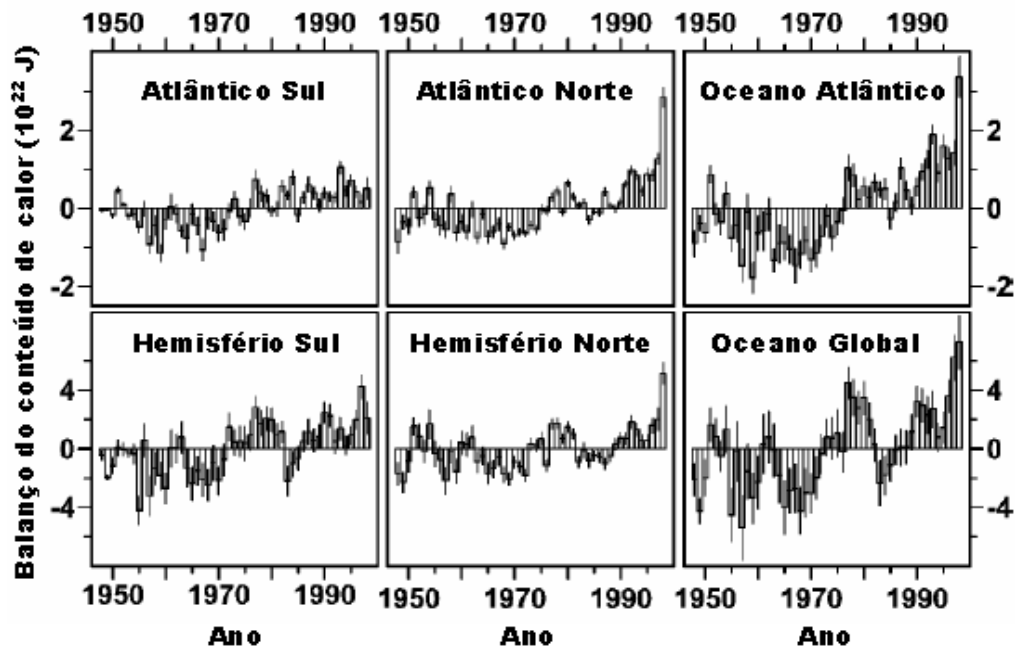


Figura 1. Balanço de calor armazenado no Oceano Atlântico e nos Oceanos do Mundo. Valores positivos indicam armazenamento de energia térmica ($1,5 \times 10^{22}$ J equivale a 1 W-ano.m^{-2}). Fonte: adaptado de Levitus et al. (2000).

Emissão vulcânica de aerossóis e o resfriamento eventual dos oceanos

A variabilidade da Temperatura Superficial do Mar (TSM) tem sido bem reproduzida por modelos que incluem, além das variabilidades climáticas internas (circulações oceânicas e atmosféricas induzidas pela energia solar), forçantes externas como a emissão de GEE e emissões de aerossóis por eventos extremos de erupções vulcânicas (Cazenave, 2005; Church et al., 2005; Santer et al., 2006; Domingues et al., 2008). Santer et al. (2006) verificaram que as forçantes externas explicam grande parte da variabilidade da TSM durante o século 20. A liberação de aerossóis na estratosfera por grandes eventos de erupção vulcânica bloqueia parte da radiação solar, refletindo-a de volta ao espaço. Esse processo eventual diminui a entrada de energia solar e tem como efeito uma redução temporária na temperatura dos oceanos. Na Figura 2 apresenta-se a relação entre eventos extremos de aerossóis (Profundidade Óptica de Aerossóis na Estratosfera ou POAE) e oscilações da TSM nos oceanos Atlântico e Pacífico.

Similarmente à Figura 1, nota-se uma tendência de aumento da TSM, atribuída à intensificação das emissões de GEE. Parte das oscilações em torno dessa tendência pode estar relacionada a emissões vulcânicas extremas de aerossóis (Figura 2).