

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.*

Dr. 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
E. Mail: lfernandez@geprop.cu

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

Title. Effect of the global changes on the wetlands of Ibero-America

Keywords. global changes, wetlands, biodiversity, food security, human health, atmospheric carbon capture and vulnerability of water resources

Resumen

Los humedales contribuyen de manera esencial a la diversidad y productividad de la biósfera, a la vez que proporcionan al hombre numerosos bienes y servicios.

La ocurrencia de procesos y fenómenos carácter global, tales 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 repercutiendo de manera sensible en los ecosistemas de humedales y en los bienes y servicios que ellos proporcionan a las poblaciones locales.

En la actualidad, son limitados los conocimientos que tenemos sobre el funcionamiento y la dinámica de los humedales iberoamericanos, por lo que aún no podemos estimar cómo estos ecosistemas adaptados a las fluctuaciones ambientales naturales podrían responder ante presiones extremas por el cambio global.

En el presente trabajo se brinda una panorámica 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 exponen 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; el ciclo del carbono. Asimismo, se abordan 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 base a los tomadores de decisiones, órganos de gestión y la sociedad civil en el manejo sostenible de los humedales.

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 Iberoamérica.

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 acopiado 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 *Mirrophilium*, *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. *Mirrophilium* 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* (Saucu 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, ect.), han hecho de la degradación de los arrecifes una situación generalizada al nivel mundial (Alcolado, P 2007 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.

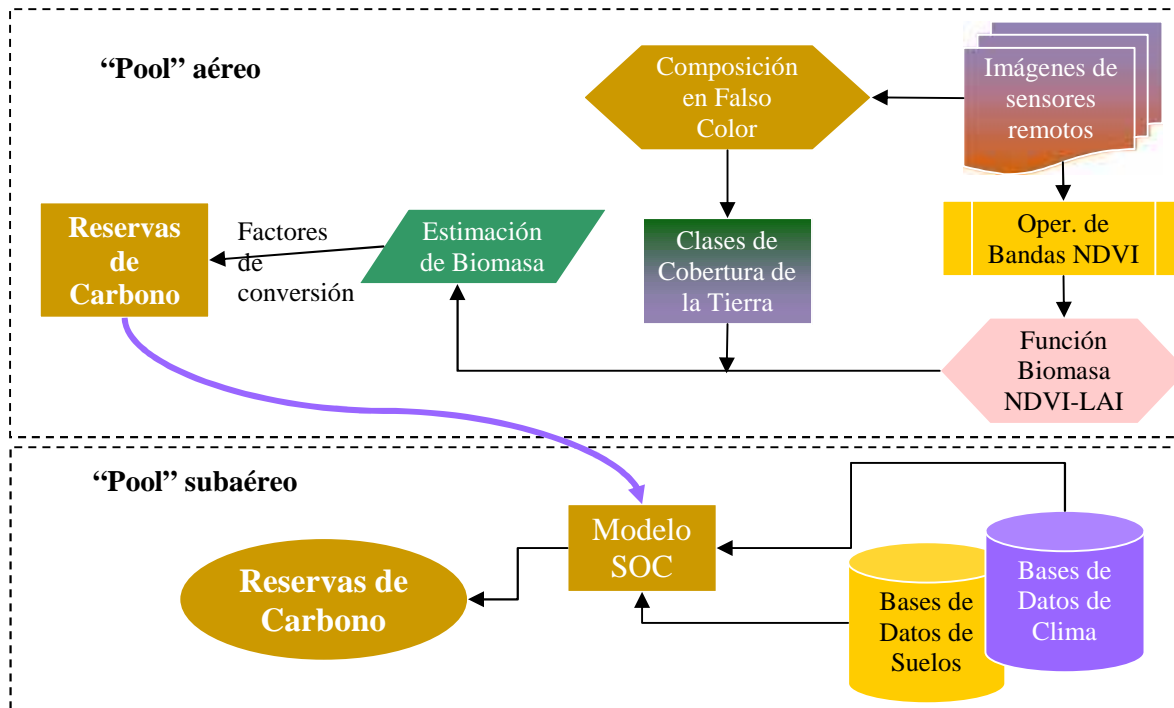
- I Simposio Taller Red 406RT0285. “Indicadores de sensibilidad a los cambios globales”. Fecha: 22 al 24 de Agosto de 2006. Lugar: Corumbá, Brasi. Participaron 67 especialistas de Argentina, Brasil, Cuba, Guatemala, Paraguay, Perú y Venezuela.
- Curso Taller sobre modelación y manejo de humedales. Fecha: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

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.



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:

- 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



- 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.

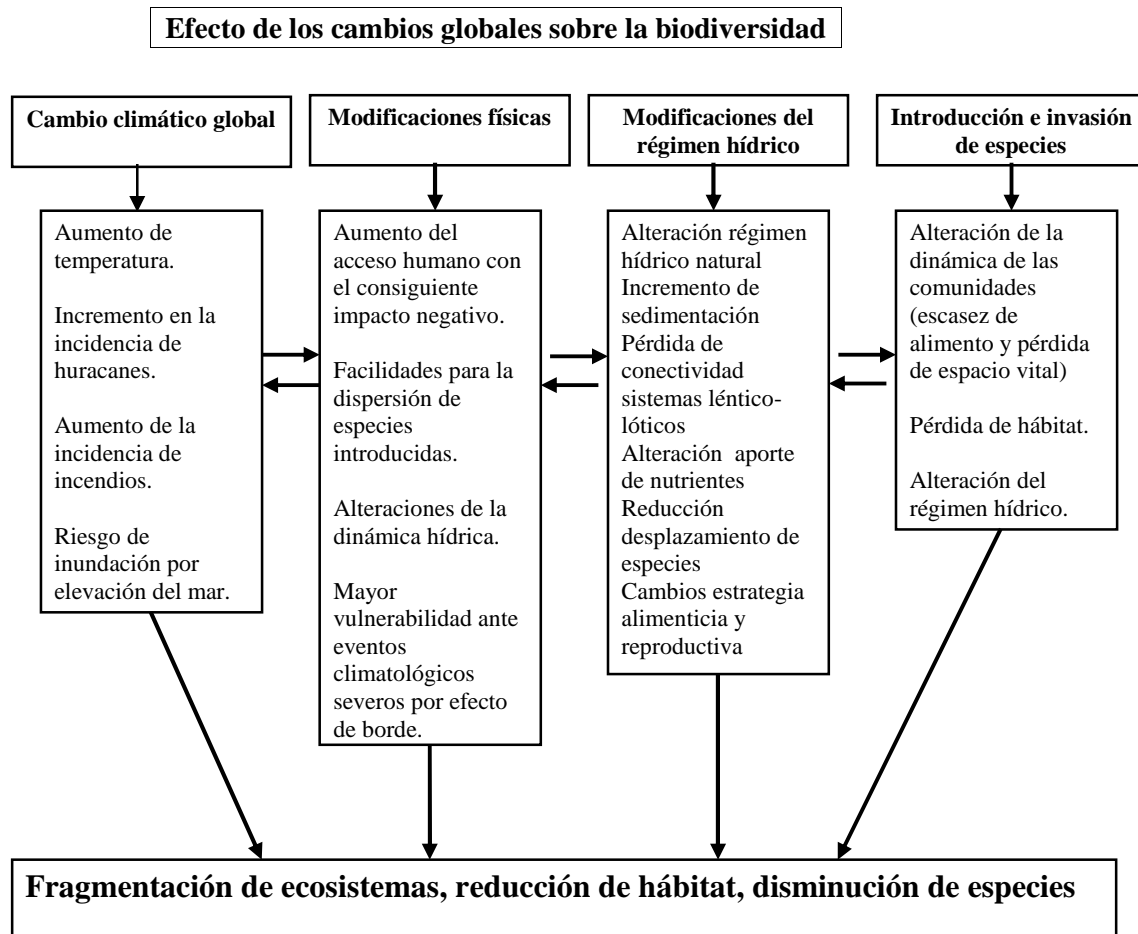
Línea 4. Efecto de los cambios globales sobre la biodiversidad, la vulnerabilidad de especies y la resiliencia

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 estadíos 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.

La 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* (*Miriophilum*), 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, posibilitó 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. posibilidad

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 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.



más de 30 alumnos de 16 países iberoamericanos.

- VII Jornadas iberoamericanas sobre efectos de los cambios globales sobre la biodiversidad en humedales de Iberoamerica. Fecha: 9 al 13 de julio de 2007. Lugar: La Antigua, Guatemala. Participaron: 5 profesores y
- 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.
- Publicación de monografía sobre los efectos del cambio global en la biodiversidad.

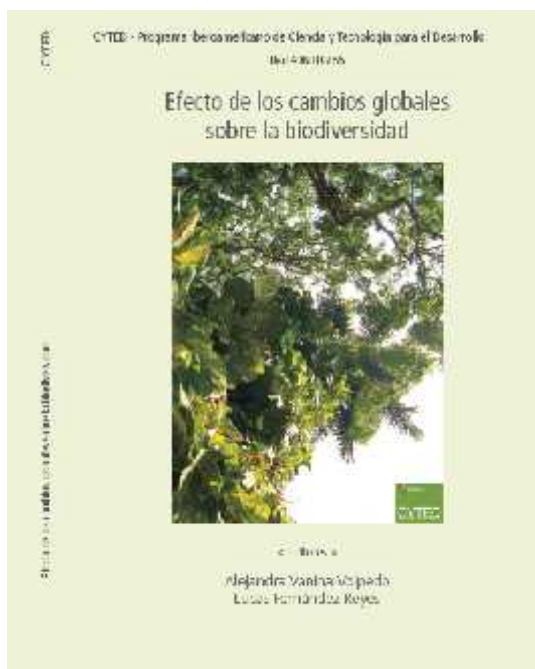


En esta monografía se resumen las experiencias de diferentes especialistas sobre los efectos de los cambios globales en:

- 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.

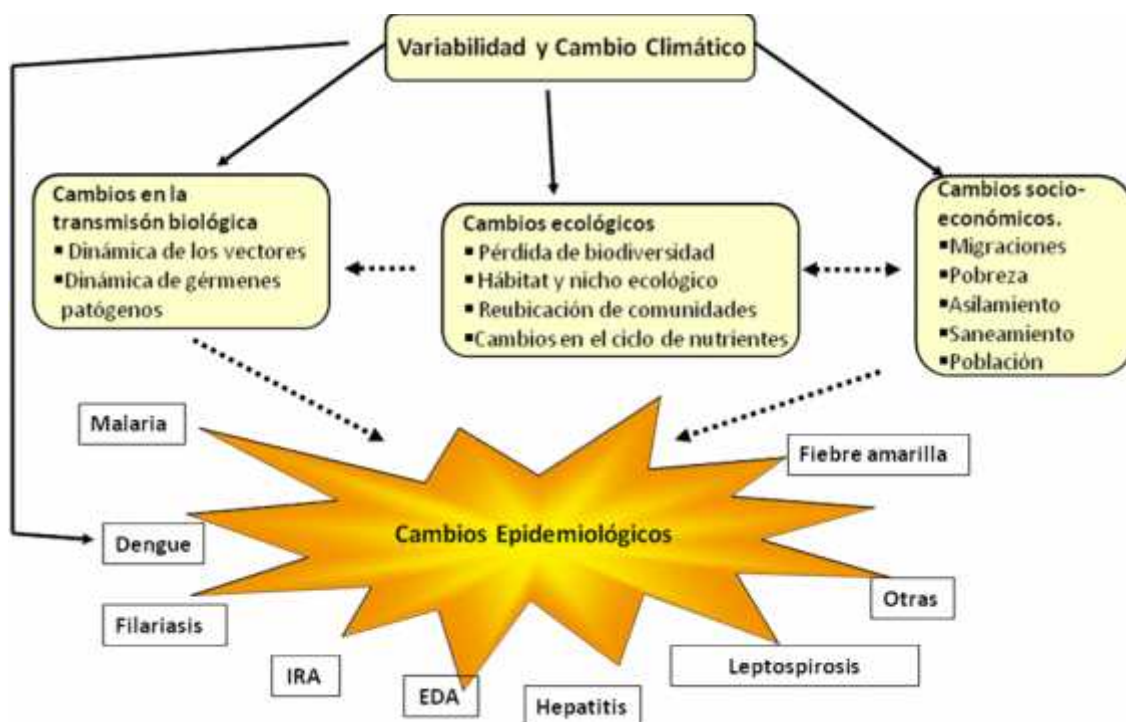


Figura 6. Modelo sistémico para el estudio del impacto de clima en la salud humana (Ortíz, P. 2005)

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, Charadriidae, 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 hidroreguladoras; 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 cierne, 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

Referencias bibliográficas

- 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). Humedales de Iberoamérica. Experiencia de estudio y gestión. La habana, 2005. ISBN 959-270-061-3, 355p.
- Fernández, A. y 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. Impactos del Cambio Climático en Cuba. Revista Ciencia, innovación y desarrollo. Vol. 6, No. 1, 2001. pp 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, J.J. (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, Julieta 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 Convención 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