

**LA RED CYTED 406RT0285 “EFECTO DE LOS CAMBIOS GLOBALES SOBRE
LOS HUMEDALES DE IBEROAMÉRICA”: UNA INICIATIVA PARA LA
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS EN MATERIA DE PROTECCIÓN,
CONSERVACIÓN Y GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS HUMEDALES DE
IBEROAMÉRICA.**

Lucas Fernández Reyes

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

Resumen.

Los humedales cumplen numerosas funciones ambientales y proporcionan bienes y servicios al hombre. Cerca del 25% de la productividad neta del planeta depende de ellos. Ellas son reservorios de biodiversidad, áreas del crecimiento y el refugio para diversas especies. Sin embargo, las zonas húmedas parecen ser los sistemas más vulnerables ante los cambios globales que están afectando la degradación gradual de sus valores y están causando la alteración del manejo de estos sistemas. Estos antecedentes condicionan la necesidad urgente para proponer una red iberoamericana en cambios globales y desarrollo sostenible de los humedales. Sus objetivos serían proporcionar la cooperación entre los especialistas iberoamericanos, para promover el intercambio de experiencias y la transferencia del conocimiento sobre el efecto de cambios globales en los humedales y las medidas posibles de mitigación, de rehabilitación o de adaptación

Palabras clave: Cambios globales, humedales, biodiversidad, seguridad alimentaria, salud humana, captura de carbono atmosférico, vulnerabilidad de los recursos hídricos

Summary.

Wetlands fulfill numerous environmental functions and provide goods and services to man. Near 25% of the net productivity of the planet depends on them. They are in addition, reservoirs of biodiversity, areas of growth and refuge for different species. Nevertheless, the humid zones appear to be the most vulnerable systems before the global changes which are affecting sensibly the gradual degradation of their values and causing the alteration of the operation of the systems. These antecedents condition the urgent necessity to propose an Ibero American Network on Global Changes and Sustainable Development of the Wetlands. Its primary targets would be to provide the cooperation between Ibero American specialists, to promote the interchange of experiences and the transference of knowledge about the effect of global changes on the wetlands and the possible measures of mitigation, rehabilitation or adaptation.

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

Introducción.

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. Cubren el 10% de la superficie terrestre y el 32,5% en la región Neotropical. De ellos depende cerca del 25% de la productividad neta del planeta; proporcionan cerca de 46% del valor monetario total atribuible globalmente a los servicios de los ecosistemas. Se estima que pueden capturar hasta el 40 % del carbono terrestre del mundo. Son además, reservorios de biodiversidad, áreas de cría y refugio de diferentes especies. Sin embargo, las zonas húmedas aparecen como los sistemas más vulnerables ante los cambios globales los cuales están repercutiendo sensiblemente en la degradación paulatina de sus valores y alteración de su funcionamiento.

El calentamiento global producto de los gases de efecto invernadero conjuntamente con el ascenso del nivel del mar con la consecuente pérdida de extensas zonas de humedales marino costeros; las sequías recurrentes cada vez más prolongadas y los incendios forestales asociados; el incremento de los fenómenos meteorológicos extremos; la alteración de los caudales hidrológicos; el agotamiento de valiosos recursos naturales y del fondo de diversidad; son entre otras, algunas de las consecuencias adversas de estos cambios.

Los efectos de estos cambios están repercutiendo de manera sensible en las poblaciones locales y actividades productivas que basan su actividad económica en los bienes y servicios provenientes de las zonas húmedas, pues en la mayoría de las regiones de Iberoamérica se han reducido notablemente las pesquerías como fuente de alimento, ha disminuido el patrimonio forestal, se ha incrementado la pérdida de biodiversidad, la disponibilidad de agua en cantidad y calidad es cada vez menor y la salud está sometida a un deterioro progresivo.

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 climático.

Estos antecedentes condicionaron la necesidad imperiosa de proponer la creación de la Red Iberoamericana 406RT0285 “Efecto de los Cambios Globales sobre los Humedales de Iberoamérica.

En el presente trabajo se brinda una visión general de los lineamientos temáticos y proyecciones de trabajo de esta Red y los principales resultados alcanzados durante los dos primeros años de funcionamiento.

Antecedentes.

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. Dicha Red 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. Además, los cursos han sido replicados en las instituciones de procedencia, las pasantías en centros de investigación y universidades de mayor desarrollo en la región 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 editaron y publicaron tres monografías en español y portugués sobre humedales de Iberoamérica las que plasmaron los problemas y soluciones en los humedales de la región mediante las contribuciones de más de 90 destacados especialistas de 19 países de Iberoamérica. A través de dichas publicaciones científicas y las acciones de intercambio de experiencias se logró recopilar abundante información que existía aislada y fragmentada, sobre un amplio espectro de temas asociados a los humedales como: biogeoquímica, biodiversidad, culturas nativas de Iberoamérica en zonas húmedas; el uso de los humedales para actividades humanas e impactos; los planes de ordenamiento territorial; el diagnóstico ambiental y manejo de ecosistemas acuáticos; la valoración socioeconómica; 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, y la educación para el uso racional del agua.

Sin lugar a dudas, el conocimiento generado y su amplia difusión 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.

La Red Iberoamericana de Humedales XVII.C propició la cooperación y el intercambio de experiencias entre especialistas de los centros de investigación, docentes, empresas y ONG de la región y constituyó un marco propicio para el fortalecimiento de los vínculos científicos entre grupos multidisciplinarios de diferentes países.

La Red CYTED 406RT0285.

En abril de 2005, durante el balance de las actividades 2001-2005 de la Red Iberoamericana de Humedales XVII.C en Buenos Aires, se puso de manifiesto que se había 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 en diferentes experiencias en materia de gestión, uso sostenible, manejo de conflictos y estudios interdisciplinarios en estos ecosistemas. Sin embargo, quedaban temáticas de incuestionable relevancia que no habían sido abordadas como: las amenazas antrópicas y naturales 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. En tal sentido, se conformó y constituyó una nueva red que abarcara estas temáticas, cuya presentación fue evaluada favorablemente en la Convocatoria CYTED 2005, y que se denominó Red 406RT0285 "Efecto de los Cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica".

Los objetivos generales fueron: 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.

Complementariamente en este contexto 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.

Los objetivos específicos son: 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 estudio, gestión y evaluación de los humedales.

Conceptos marcos adoptados.

La Red ha adoptado la definición de *humedales* propuesta por la Convención de Ramsar que los define como "extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros."

Asimismo, ha asumido el concepto de *Cambios Globales* utilizado por el Programa Internacional Geósfera Biosfera (IGBP) que los define como aquellos vinculados con los cambios en el uso y en la cobertura de la tierra, en la diversidad biológica, en la composición de la atmósfera y en el clima.

Efectos de los cambios globales.

La ocurrencia de procesos y fenómenos de carácter global, tales como la deforestación, las sequías, la desertificación, los incendios forestales, los huracanes, las inundaciones y avalanchas está transformando la fisonomía del planeta, con severas consecuencias para los ecosistemas y el bienestar humano.

La *deforestación*, considerada entre los factores responsables del aumento de gases de efecto invernadero, puede causar efectos micro y macro climáticos más directos cuando se combina la tala de bosques con la quema en grandes extensiones (Myers 1988). Esto es lo que ocurre por ejemplo en la cuenca del Amazonas, la mayor área forestal tropical húmeda del planeta con la mitad del área forestal tropical del mundo y grandes áreas de bosque cerrado. El funcionamiento de este ecosistema depende en gran medida del reciclaje del agua evapotranspirada de la propia selva, la cual representa aproximadamente la mitad de las precipitaciones locales (Salati *et al.* 1990). Se estima que el aumento de la temperatura, la disminución de las precipitaciones y la reducción del flujo de vapor de agua hacia zonas vecinas, determinará una baja del caudal del Amazonas y sus tributarios (Salati 1990).

El fenómeno de la *sequía* es un episodio extremo dentro de la variabilidad natural del clima. Las sequías son cada vez más prolongadas y recurrentes en nuestra área geográfica. Aproximadamente unos 3.500.000 km² de América Latina y el Caribe están sujetos a sequías extraordinarias. Entre los casos más típicos cabe destacar el Chaco, la Catinga del nordeste brasileño, borde semiárido de la Pampa y la zona semiárida de los estados Lara y Falcón en Venezuela, (Morello 1998). Según los reportes del IPCC, el efecto más grave del cambio climático para la agricultura sería un incremento de la incidencia y de la intensidad de las sequías en algunas áreas terrestres de las latitudes medias y bajas, debido a una mayor evapotranspiración y una menor disponibilidad de agua en estas zonas. En América Latina se encuentra alrededor del 35% de las aguas continentales (agua dulce) del mundo, pero su distribución es altamente variable. Muchas zonas como el norte de México, noreste de Brasil, y las zonas costeras de Perú y norte de Chile tienen grandes dificultades en satisfacer sus necesidades de agua.

La *desertificación* como proceso de degradación de las tierras afecta considerables extensiones de nuestra región y varios millones de personas sufren los efectos de este flagelo. Otras zonas se encuentran indirectamente afectadas o con tierras secas en riesgo de desertificación. La desertificación tiene lugar en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de la región iberoamericana y es causada por la combinación de factores climáticos y actividades humanas. Los principales procesos conducentes a la desertificación son la salinización, la erosión, la compactación, la acidificación y la alcalinización de los suelos.

Los *incendios forestales* destruyen cada año extensas zonas de cobertura vegetal y producen severos impactos como: la destrucción de hábitats, la mortalidad súbita de las poblaciones animales y vegetales, la pérdida de nichos y refugios, la migración de especies, la destrucción de valores escénicos, el aumento de la erosión del suelo, el arrastre de nutrientes minerales, la alteración del ciclo hídrico y la afectación de la calidad del agua. Además, produce afectaciones a la salud humana tanto directa como indirectamente, produciendo enfermedades de las vías respiratorias.

Los *huracanes, tornados y granizadas* han aumentado su frecuencia y severidad en los últimos años. Ello se debe fundamentalmente al incremento del vapor de agua y mayor intensidad de los procesos convectivos en las zonas tropicales (Arrhenius y Waltz 1990, Naciones Unidas-CEPAL 1993). De todos los eventos meteorológicos, los ciclones tropicales, son los fenómenos que producen mayores daños materiales y humanos. En Cuba, por ejemplo, los dos principales desastres naturales que ha sufrido el país en los últimos 100 años han sido ocasionados por el huracán de Santa Cruz del Sur (1932) y el huracán Flora (1963). La actividad ciclónica en toda la región del océano Atlántico norte, y en particular en el Golfo de México, ha mostrado una tendencia al incremento desde el inicio de la década del 30. La intensidad de los ciclones tropicales tradicionalmente asociadas al aumento de la temperatura de la

superficie del mar, también puede aumentar considerablemente durante un calentamiento de la tierra. Hay indicios de que el calentamiento global puede provocar un cambio de la trayectoria de las tormentas tropicales previamente observadas (Puhe 1997).

Las *inundaciones* catastróficas son comunes en las tres grandes cuencas suramericanas: Amazonas, Orinoco y Paraná. Estas crecidas excepcionales no se presentan como un fenómeno cíclico y dependen de la interacción de diversos factores. Aproximadamente 4.000.000 km² de Suramérica están sometidos a inundaciones impredecibles. Sin embargo, se carece de datos hidrológicos (niveles hidrométricos) para el estudio del comportamiento estacional de los ríos en la vertiente atlántica (Amazonas, Orinoco y Paraná), mientras que para los ríos de la vertiente pacífica (zonas semiárida y árida de Chile, Ecuador y Perú) se dispone de mayor información. Los caudales más variables de la región se encuentran en la Catinga brasileña (nordeste) donde el déficit anual supera a veces los 1000 mm y es significativa la irregularidad entre la época seca y lluviosa y de un año a otro. Hay zonas donde las inundaciones extraordinarias en áreas con diferente densidad poblacional rural son frecuentes. Como ejemplos de casos críticos se pueden mencionar la cuenca media y baja del río Magdalena (Colombia), la cuenca baja del río Paraguay, la cuenca media y baja del río Paraná y la cuenca del río Salado en la Pampa argentina. Se espera que una elevación de la temperatura combinada con un aumento de la evapotranspiración pueda provocar tormentas más importantes, una mayor cantidad de chaparrones intensos y un mayor riesgo de crecidas imprevistas (Puhe, 1997).

Una mayor intensidad de las inundaciones puede ser causada por precipitaciones más intensas o derretimientos (prematurados) mayores o más acelerados por la fusión de las nieves. En las regiones montañosas una intensificación de las lluvias puede incrementar el riesgo de los deslizamientos de tierras y avalanchas de lodo, lo que afectaría principalmente zonas pobladas o cultivadas. También en las zonas más frías inclusive en las altas montañas, donde se producirán recesiones de los glaciares, y de suelos con permafrost (permanentes congelaciones de suelos), grandes masas de residuos quedarían descubiertos y extensas áreas se tornarían inestables y estarían expuestas a los efectos de la erosión (IPCC, 1990).

Entre estos cambios globales, los asociados con las alteraciones del clima se perfilan como los más preocupantes debido a la magnitud de las consecuencias esperadas. Según el Cuarto Informe del IPCC (2007), el calentamiento del sistema climático es inequívoco y se evidencia en el incremento de la temperatura del aire y del océano, la fusión de la nieve y el hielo, la elevación del nivel del mar; el incremento marcado de emisiones de GEI. Las tendencias que se manifiestan apuntan a un incremento de la temperatura de 1.1 - 6.4 ° C y un incremento del nivel del mar de 18 – 59 cm. Las tendencias en los eventos extremos indican que serán menos frecuentes y más cálidos los días y noches fríos, más frecuentes y calurosos los días cálidos, más frecuentes las olas de calor y habrá un incremento de la intensidad de los ciclones tropicales. Se pronostica una disminución en la disponibilidad de agua dulce en regiones secas y montañosas, mayores afectaciones por sequías y aumento de precipitaciones intensas, con riesgos de inundaciones. Alrededor del 20-30% de las especies de plantas y animales mostrarían un incremento en el riesgo de extinción, si el incremento de temperaturas excede 1.5-2.5 °C. Habrá una reducción de la productividad de los cultivos en zonas tropicales, un incremento del riesgo de erosión costera y mayor deterioro de los corales, serias afectaciones por inundaciones ocasionadas por la elevación del nivel del mar, así como afectaciones para la salud, sobre todo en comunidades pobres.

Algunos sectores serán más afectados que otros, por ejemplo, las tundras, los bosques boreales, de montañas, del tipo mediterráneo, los manglares y los arrecifes coralinos; *las regiones costeras* debido a la amenaza del aumento del nivel del mar y del incremento en la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos; *los recursos hídricos* en latitudes medias y los trópicos secos debido a la disminución de las precipitaciones y un aumento de la evapotranspiración; *la agricultura* en bajas latitudes debido a la reducción de la disponibilidad de agua; *la salud humana* en áreas con baja capacidad adaptativa.

El estudio de las causas y mecanismos de los Cambios Globales, de sus impactos y medidas de adaptación y de las posibilidades de mitigarlos, permite fundamentar científicamente acciones efectivas para ser tomadas en las proyecciones de desarrollo tanto al nivel local como nacional.

Líneas temáticas y proyecciones de trabajo.

Para el cumplimiento de los objetivos de la Red, se han organizado las actividades en seis líneas temáticas, interrelacionadas entre sí, que engloban las problemáticas prioritarias de los humedales de Iberoamérica.

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

Existe una gran cantidad de biota que responde de manera sensible a los cambios de temperatura, composición química de las aguas y alteraciones físicas de los ecosistemas. Estos indicadores permiten identificar el inicio de procesos asociados a los efectos del cambio climático global. Algunos de estos organismos pueden ser vegetales o animales. Por ejemplo la vegetación acuática constituye un buen indicador de la dinámica y de las condiciones críticas del hábitat (Figura 1).



Figura 1. *Miophyllum* y *Eichhornia crassipes*.

En los ecosistemas terrestres pueden ser utilizados como indicadores diferentes especies vegetales como el marabú africano (*Leptoptilos crumeniferus*), la melaleuca australiana (*Melaleuca leucadendron*), la casuarina (*Casuarina equisetifolia*), que están asociados a las áreas afectadas por alteraciones antrópicas (Figura 2).



Figura 2. Plantas invasoras (*Melaleuca leucadendron*).

Entre los organismos animales, 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. El aumento de uno o más grados de temperatura estimula la presencia de eventos nocivos de blanqueamiento de corales (Figura 3). Estos traen como consecuencia el desarrollo de enfermedades infecciosas en corales.

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 el aporte de 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 y 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, etc.), 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 moluscos bivalvos, dado que son sedentarios y filtradores, pueden considerarse como buenos indicadores de los procesos de cambio de la calidad del agua, fundamentalmente por contaminación.

Línea 2. Metodologías para la cuantificación del secuestro de carbono por diferentes tipos de cobertura vegetal. Modelación de escenarios de cambios. Análisis de los cambios en el uso de la tierra y los tipos de cobertura.

La cobertura vegetal de los humedales cumple múltiples funciones entre ellas las que 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 incrementa 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.

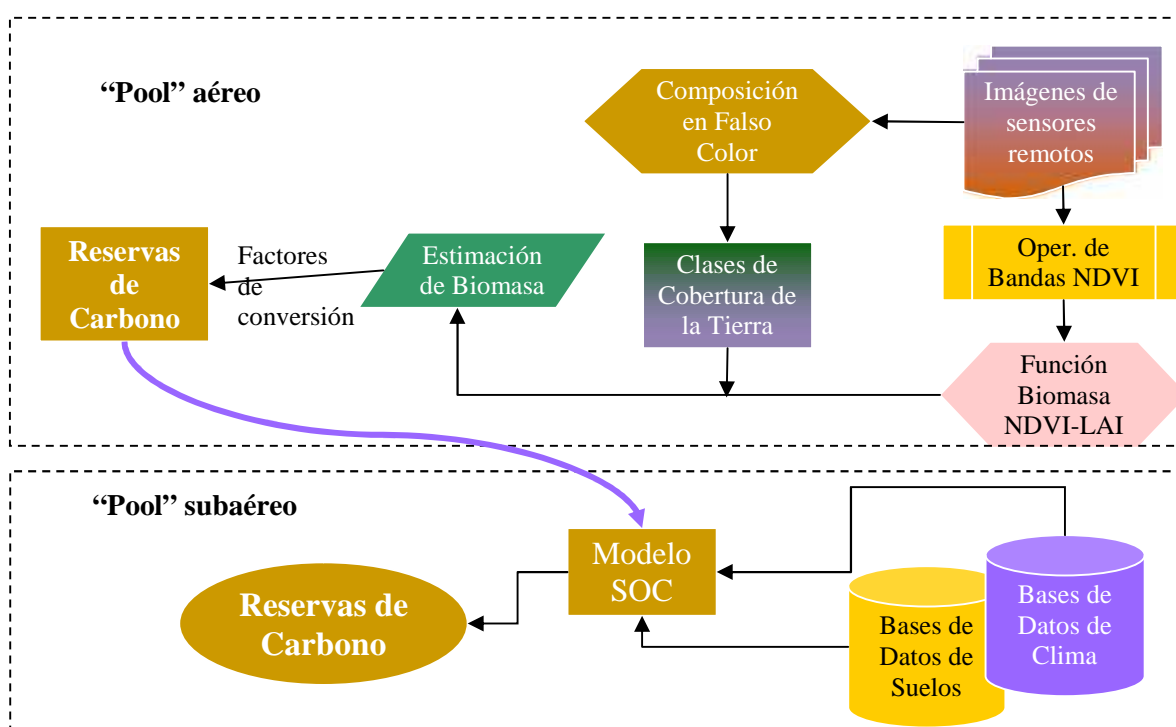


Figura 4. Evaluación de las reservas de carbono para los usos de la tierra actuales.

A su vez 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, se producen en cantidades menores, 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.

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%. En 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, el aumento de la temperatura, la evapotranspiración, la 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 se espera una desecación y desertificación pronunciadas, debido a menor cantidad de lluvias y mayor ritmo de evapotranspiración. 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, la mezcla de aguas saladas se podría desplazar hasta 1.5 km tierra adentro.

La intrusión 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), aunque resultan ventajosas, 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 atención y aún 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, el aporte de efluentes urbanos, industriales y agroquímicos. 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 marinos 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.

Sedimentación.

Los humedales asociados a ríos con abundante transporte de sedimentos de manera natural (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 intensificando en las cuencas cuyas planicies de inundación son utilizadas para las actividades agropecuarias por el aumento de la erosión. Este proceso requiere estudios especiales que permitan mitigar los efectos negativos.

Eutrofización.

La *eutrofización* de los cuerpos de aguas naturales y artificiales se produce como consecuencia del aporte de grandes cantidades de nutrientes. Este aporte impacta sobre la biota ya que las comunidades de ven alteradas tanto en su composición como estructura específica como en su biomasa (Figura 5).

Los humedales de las planicies fluviales tienen una importante función en la retención de nutrientes. La concentración de fósforo puede disminuir a la tercera parte y la de 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.

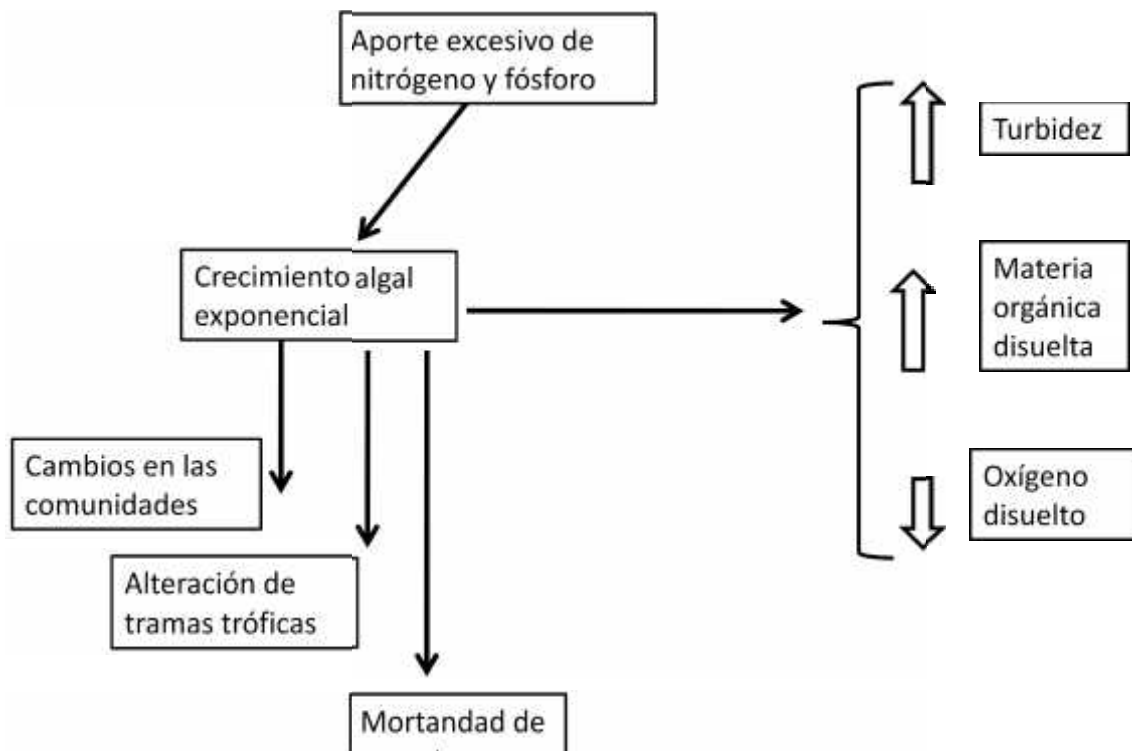


Figura 5. Proceso de eutrofización de los cuerpos de agua (Volpedo, A).

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

Las actividades antrópicas y naturales de carácter global que más afectan la biodiversidad son:

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

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

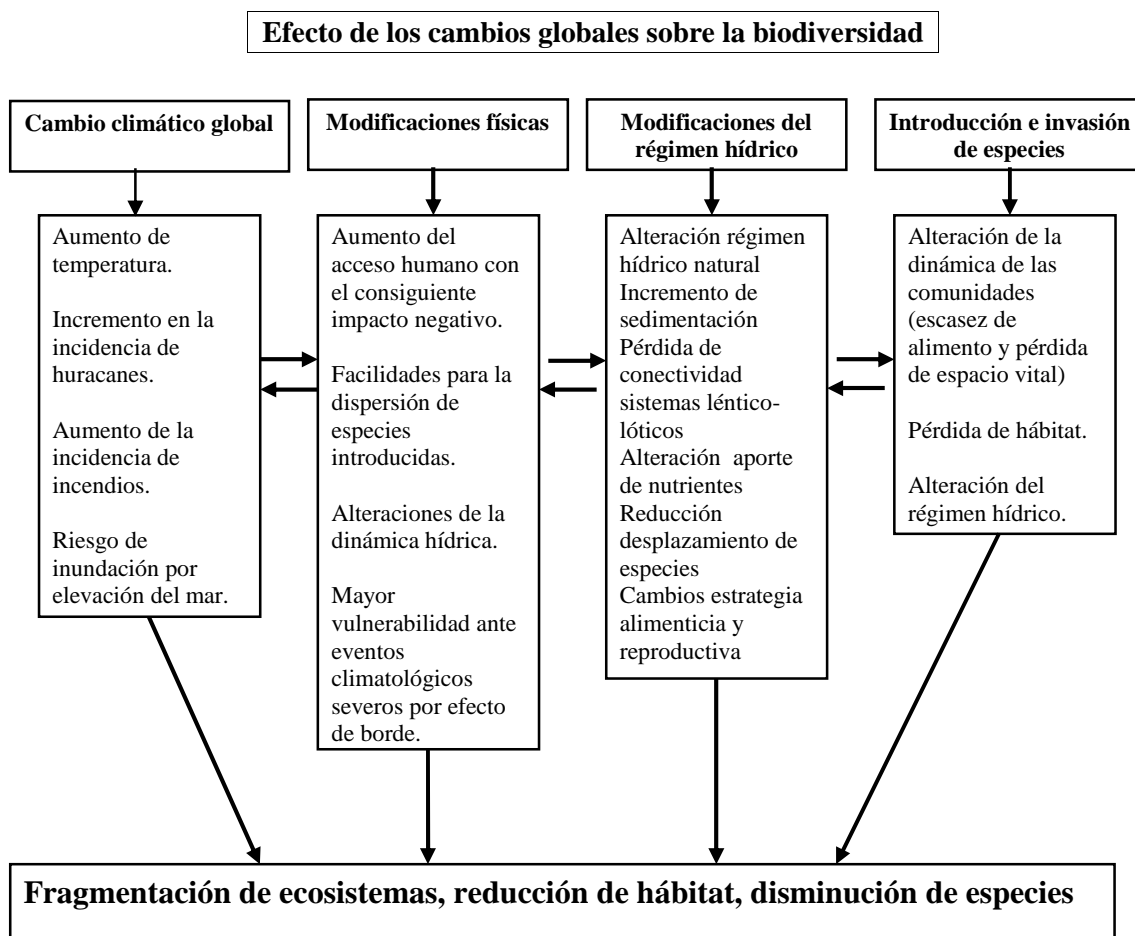


Figura 6. Efecto de los cambios globales sobre la biodiversidad.

Por ejemplo 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.

Otro ejemplo es la introducción de especies exóticas que 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 *Melaleuca*, *Casuarina*, *Marabú*; *Myriophyllum pinatum* (*Miriofilum*), y *Claria sp*, ha afectado extensas zonas de la Ciénaga de Zapata. El desarrollo de la acuicultura con especies foráneas de peces como el *Clarias* en embalses construidos en las zonas de alimentación del humedal, 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 endémicas locales, con las que actualmente comparte el hábitat.

Los diferentes tipos de humedales si bien son vulnerables a los cambios globales, presentan diferente grado de resiliencia y de adaptabilidad. Por ejemplo los manglares, por su posible capacidad de adaptación al cambio climático y la función protectora de los humedales marinos 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, 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 *Rhizophora 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 *Avicennia germinans* como de *Laguncularia 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.

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 Holandesas, Cuba, Haití, República Dominicana y en México.

En lo que respecta al impacto del cambio climático en la agricultura se pronostican cambios sustanciales en los rendimientos agrícolas; la producción total de los cultivos; la biomasa aérea de los pastos; las plagas y enfermedades. 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 patologías, debido a lo cual el sector pesquero podría ser seriamente afectado. Entre las posibles consecuencias en las pesquerías de 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 las 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 patógenos; 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.

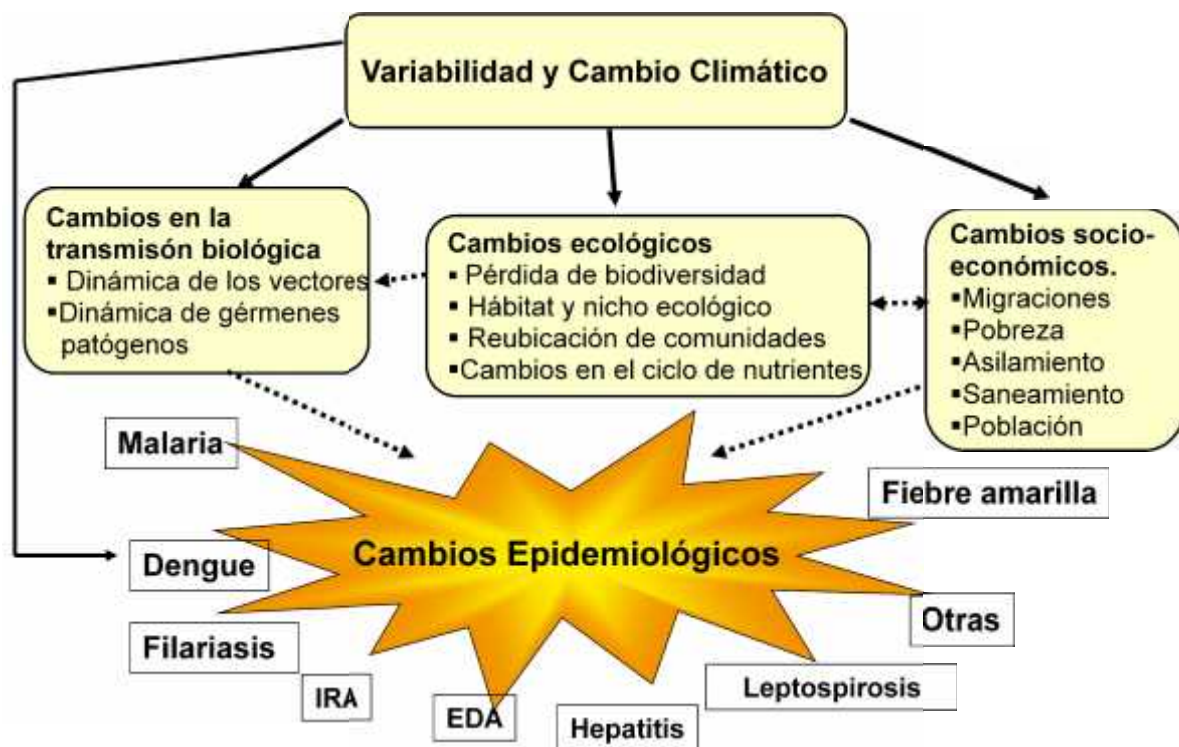


Figura 7. Modelo sistémico para el estudio del impacto de clima en la salud humana (Ortíz, P. 2005).

Como direcciones prioritarias de trabajo en esta temática 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 es 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 por los cambios en la composición de las especies en las comunidades y su distribución geográfica, las alteraciones de los patrones migratorios y los 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, la extensión y las 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, la estacionalidad y el tiempo de residencia, el volumen y la 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.

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

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

La adaptación de los humedales 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 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 lo 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 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 ambientales, 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 permitan 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 hidrológicas; la sustitución de técnicas de riego ineficientes por nuevas tecnologías; la 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 diversidad biológica 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 el uso eficiente del agua, y el cuidado del ambiente. Otros aspectos de interés pueden ser: la disminución de las pérdidas en redes y conductoras de acueducto, canales y equivalentes, y su rehabilitación; y 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, 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.

Actividades de la Red.

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 intercambio de experiencias, la potenciación sinérgica y coordinación de líneas investigación, intercambios y movilidad de investigadores, formación de recursos humanos, capacitación técnica y metodológica e interconsultas para la resolución de problemas concretos.

Actividades 2006 – 2007.

– Jornadas Iberoamericanas sobre Cambio Climático y Recursos Hídricos. Cartagena de Indias del 24 al 28 abril de 2006.

Participaron: 5 profesores y más de 30 alumnos de 15 países iberoamericanos.

Curso I: Efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos.

Evaluación de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos. Metodologías empleadas. Variabilidad de los ecosistemas ante el cambio climático. Diagnóstico de zonas húmedas en peligro. Herramientas para su caracterización. Sistemas de información geográfica. Vulnerabilidad de humedales. Indicadores de sensibilidad a los cambios climáticos. Impactos de las emisiones de incendios o quemas en los mecanismos de formación de nubes y precipitaciones. Modelación del transporte a larga distancia de emisiones de quemas y sus efectos en el ciclo hidrológico.

Curso II: Mitigación de los efectos negativos.

Metodologías para la cuantificación de secuestro de carbono por diferentes tipos de cobertura vegetal. Modelación de los efectos de cambios globales en la asimilación de carbono en ecosistemas iberoamericanos. Metodologías de Implementación de mecanismos previstos en el Protocolo de Kyoto tales como el mecanismo de desarrollo limpio. Los humedales en la defensa de las zonas costeras. Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación o adaptación de zonas húmedas.

– Taller sobre restauración de Manglares. 20 al 23 de julio de 2006, Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba.

Participaron más de 30 especialistas de diferentes instituciones vinculadas a la investigación y gestión de los humedales.

– I Simposio Taller Efectos de los cambios globales sobre los humedales. Indicadores de sensibilidad a los cambios globales. 22 al 24 de Agosto de 2006. Corumbá, Brasil.

Participaron 67 especialistas de Argentina, Brasil, Cuba, Guatemala, Paraguay, Perú y Venezuela.

Temáticas:

Indicadores de sensibilidad a los cambios globales. Indicadores de sostenibilidad en el manejo de humedales. Evaluación de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos. Variabilidad de los ecosistemas ante el cambio climático. Los humedales en la defensa de las zonas costeras. Cambios climáticos en la Antártica y su influencia en Brasil.

Aplicación de índices de contaminación en el Humedal Bahía Samborombón en Argentina.

Relación entre inundación y densidad de nidos de tuiuiú (*Jabiru mycteria*) en el Pantanal.

Colonización de los macroinvertebrados en plantas flotantes libres y sumergidas a lo largo de un gradiente trófico en lagos subtropicales y templados. Colonización por lixeira (*Curatella americana* L) en áreas inundables en el Pantanal de Nhecolândia: evidencias a partir de análisis dendrocronológicos. Cambios climáticos globales y sus efectos en humedales: implicaciones para la persistencia y diseminación del virus de la Influenza A en aves acuáticas en Brasil. Variación de la captura de peces en función del esfuerzo pesquero y de factores ambientales en el Pantanal. Efectos del cambio global sobre los ambientes tropicales. Experimentos a escala natural. Ictiofauna del Pantanal en períodos plurianuales de lluvias y de seca. Efecto de los incendios en el crecimiento de plántulas de *Sterculia apetala* en el Pantanal. Aves migratorias en el Pantanal. Los cambios globales y los humedales en Guatemala. Factores de riesgo y gestión para la adaptación ante el cambio climático global en los humedales altoandinos. Efecto de los cambios climáticos sobre los recursos pesqueros del Pantanal. Estimación de las poblaciones ciervo del Pantanal (*Blastocerus dichotomus*) y de nidos de tabuiuiá (*Cicconia maguari*) en el Pantanal y posibles efectos por especies invasoras. Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación o adaptación de zonas húmedas.

– **Taller Internacional “Zapata 2006” sobre conservación, manejo sostenible de la biodiversidad y adaptación al cambio climático. 12 al 15 de diciembre de 2006, Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba.**

Participaron más de 60 especialistas de Cuba, Costa Rica, España y Estados Unidos de Norteamérica.

Ejes temáticos

Vulnerabilidad, impacto y adaptabilidad al cambio global medio ambiental. Gestión de proyectos MDL para mitigar efectos del cambio climático en humedales. Estrategia y política de diseño para la mitigación y adaptación al cambio climático. Especies indicadoras que son sensibles al cambio climático. Diseño de sitios WEB para el intercambio de lecciones aprendidas. Herramientas y procedimientos para la evaluación del manejo efectivo en zonas de humedales. Implementación de programas de monitoreo para detectar los primeros signos ante un cambio evidente en ecosistemas de humedales.

Manejo y evaluación de los riesgos del cambio climático en humedales. Plan de adaptación y mitigación en el humedal Ciénaga de Zapata. Manejo de especies invasoras. Experiencias en los Everglades y de Cuba en el control de las especies: *Melaleuca leucodendron*, *Claria gariepinus* y otras. Inventario y evaluación de humedales. Fortalecimiento institucional. Manejo y uso sostenible. Sinergia entre el

manejo y la planificación integrales de los humedales, cuencas hidrográficas y zonas costeras. Ecología, conservación y manejo de especies migratorias.

– **Taller de trabajo sobre modelación y manejo de humedales. Laboratorio de Modelación Ecológica, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile del 25 al 27 de Octubre de 2006.**

Participaron 10 especialistas de Argentina, Brasil, Paraguay y Chile.

Introducción a la modelación ecológica. Modelación de humedales por medio de software iconográfico. Los sistemas de información geográfica, las imágenes satelitales y los humedales. Generación de modelos de elevación digital. Análisis de disponibilidad de agua superficial por medio de imágenes Quickbird y Landsat TM.

El uso de modelos y Sensoramiento remoto en los estudios del efecto del cambio climático sobre los humedales. Modelación espacialmente explícita. Introducción a SWAT/SWIM: fortalezas y debilidades. El tratamiento de humedales con estos modelos. Preprocesamiento de datos para SWAT/SWIM. La interfase ArcView – SWAT.

Práctica: crear proyecto SWAT/SWIM; correr modelo; manejo de las salidas; calibración de modelo en SWAT/SWIM.

Publicaciones.

- *Plegable divulgativo Red 406RT0285 “Los Humedales y el Cambio climático”.*
- *Monografía sobre los efectos de los cambios globales sobre los recursos hídricos y los sistemas marino costeros (en prensa).*

Reunión de Coordinación de la Red 4 y 5 de diciembre de 2006.

Participaron 14 especialistas de Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, España, Guatemala, Panamá, Paraguay y Venezuela.

I Curso de Capacitación sobre efecto de los cambios globales en humedales. Metodologías para la cuantificación del el secuestro de carbono. Guatemala, 26 de febrero al 2 de marzo de 2007.

Participaron 37 especialistas de Costa Rica, Guatemala, Nicaragua y Cuba.

Temario resumido:

Introducción al tema de los cambios globales. Efecto de los cambios climáticos sobre los humedales. Metodologías para la cuantificación de secuestro de carbono por diferentes tipos de cobertura vegetal. Metodologías de Implementación de mecanismos previstos en el Protocolo de Kyoto tales como el mecanismo de desarrollo limpio. Herramientas para la caracterización de los humedales. Sistemas de

información geográfica. Evaluación de los impactos de los cambios globales en los componentes ambientales. Variabilidad de los ecosistemas ante los cambios globales. Diagnóstico de zonas húmedas en peligro. Vulnerabilidad de humedales. Indicadores de sensibilidad a los cambios climáticos. Los humedales en la defensa de las zonas costeras. Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación o adaptación de zonas húmedas. Proyecto de adaptación del recurso hídrico al Cambio Climático. Los humedales en la defensa de las zonas costeras. Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación o adaptación de zonas húmedas.

III Taller Internacional de Educación Ambiental y Manejo Integrado Costero, “Varadero 2007”, del 15 al 17 de mayo del 2007.

Participaron 34 especialistas de Argentina, Ecuador, Chile y Cuba

Temáticas

Diseño, implementación y divulgación de políticas, programas y proyectos de

Educación y Capacitación Ambiental en ecosistemas costeros

Estrategias, Programas y Proyectos de Educación Ambiental dirigidos a fortalecer las acciones de Manejo Integrado Costero.

Desarrollo de diplomados, maestrías, doctorados y otras acciones de capacitación, relacionadas con las zonas costeras y su impacto.

Programas de comunicación social y participación de los medios de comunicación masiva en el diseño e implementación de campañas ambientales, artículos, mensajes, spot, videos, boletines y otros productos para la divulgación y el logro del Manejo Integrado Costero.

Implementación del Manejo Costero Integrado

Problemáticas y tendencias actuales en el Manejo Integrado Costero.

Programas de Manejo Integrado Costero y lecciones aprendidas en su proceso de implementación.

Metodologías para la evaluación de los esfuerzos y resultados en el manejo integrado costero.

Sistemas de gestión del conocimiento para el manejo integrado costero.

Buenas prácticas en la sostenibilidad de programas de manejo integrado costero.

La cooperación internacional al servicio del manejo integrado costero

Mecanismos para la colaboración regional.

Diseño e implementación de proyectos de colaboración internacional.

Sinergias entre iniciativas y mecanismos de colaboración internacional.

Mesas de trabajo:

Vulnerabilidad, riesgos y medidas de adaptación ante el cambio global medioambiental en ecosistemas costeros.

Ordenamiento territorial en zonas costeras.

Jornadas Iberoamericanas sobre Efectos de los Cambios Globales sobre la Biodiversidad en Humedades de Iberoamerica. La Antigua, Guatemala. 9-13 de julio de 2007.

Participaron: 6 profesores y más de 30 alumnos de 15 países iberoamericanos.

Curso 1: Efectos de los cambios globales sobre la biodiversidad.

Aspectos conceptuales sobre los cambios globales. Efecto invernadero, variabilidad y cambio climático. Variabilidad de los ecosistemas ante el cambio climático. Diagnóstico de zonas húmedas en peligro. Evaluación de los impactos de los cambios globales sobre la biodiversidad: pérdida de riqueza específica, disminución de abundancia, alteración de ecosistemas, alteraciones de los organismos (fisiológicas, comportamentales, tróficas), modificaciones en las redes tróficas locales y regionales, efectos sobre distribución de las especies (alteración de rutas de migración, sitios de nidificación y/o desove, áreas de cría, etc). Empleo de herramientas de geomática para el inventario y evolución de componentes ambientales globales. Impactos de las emisiones de incendios en los mecanismos de formación de nubes y precipitaciones. Variabilidad de los ecosistemas ante los cambios globales.

Curso 2: Mitigación de los efectos negativos.

Ciclo hidrológico y tipificación de humedales. Patrones de distribución de recursos bióticos. Diagnóstico de zonas húmedas en peligro. Vulnerabilidad de humedales. Indicadores de sensibilidad a los cambios. Metodologías para la cuantificación de secuestro de carbono por diferentes tipos de cobertura vegetal. Modelación de los efectos de cambios globales en la asimilación de carbono en ecosistemas Ibero-Americanos. Metodologías de Implementación de mecanismos previstos en el Protocolo de Kyoto. Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación o adaptación de zonas húmedas: estudio de casos.

II SIMPOSIO TALLER RED 406RT0285: Tema: Metodologías para la cuantificación de secuestro de carbono en diferentes tipos de ecosistemas. Heredia, Costa Rica. 25-27 de julio de 2007.

Ejes temáticos:

Indicadores de sensibilidad a los cambios globales.

Variabilidad de los ecosistemas ante el cambio climático.

Metodologías para la cuantificación de secuestro de carbono por diferentes tipos de ecosistemas.

Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación o adaptación de zonas húmedas.

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

Efecto de los cambios globales en los ecosistemas forestales.

Trabajos presentados

Generación de Servicios Ambientales del Programa de Pago de Servicios Ambientales del FONAFIFO. REDD (reducing emissions from deforestation and forest degradation).

Adaptación al Cambio Climático y Vulnerabilidad. Cambio Global y derecho ambiental. Integración del cambio climático en las políticas regionales en América Central. Estrategia para la adaptación del sistema hídrico al cambio climático. La importancia

de integrar los bosques tropicales en las políticas de adaptación al cambio climático. Escenarios climáticos para América Central: una revisión. La atmósfera y el cambio climático. Predicción climática de la temperatura superficial del aire en Centroamérica. Estudio de prospectiva tecnológica en cambio climático.

Gestión participativa de ecosistemas y cuencas hidrográficas: un reto para la adaptación al cambio climático. Impactos potenciales del cambio climático en los Recursos Hídricos en América Central. Impactos y adaptación al cambio climático y eventos extremos en los Recursos Hídricos en América Central. El MDL Forestal: Lecciones aprendidas del proyecto FORMA. MDL como una estrategia de sostenibilidad. Plan Estatal de Acción Climática de Veracruz. Identificación de bosques importantes proveedores de servicios ecosistémicos para la generación de hidroelectricidad en Nicaragua. Las ciénagas costeras como sumideros absolutos de carbono. Captura y almacenaje de carbono en "pantanos herbáceos mareales de agua dulce en la región del Delta del Paraná en Argentina y su alteración por uso. Sistemas marinos y fijación de carbono. Fijación de carbono en bosques naturales de acuerdo a zonas de vida. Fijación de carbono, emisión de gases de invernadero y agricultura orgánica. Análisis preliminar de la sensibilidad ambiental del parque nacional Aguaro-Guariquito ante los efectos del cambio global y climático. El Sistema de Zonas de Vida como herramienta para simular a futuro la vulnerabilidad. Beneficios del pronóstico climático para los productores de caña de azúcar en Costa Rica. La agrobiodiversidad y las emisiones de gases efecto invernadero en sistemas agroproductivos cubanos. Potenciales cambios y repercusiones en el manglar Guacalillo, como respuesta al cambio climático en Garabito, Puntarenas.

Propuesta metodológica para evaluar la adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central.

Enfoque de ecosistema para restaurar humedales costeros frente a los cambios globales.

VI Simposio Internacional Humedales 2007. Matanzas, Cuba. 5-9 de noviembre de 2007.

Temáticas

Políticas nacionales y regionales; Inventario y evaluación de humedales Fortalecimiento institucional. Manejo y uso sostenible. Sinergia entre el manejo de los humedales, cuencas hidrográficas y zonas costeras. Vulnerabilidad, Impacto y Adaptabilidad al Cambio Global Medio Ambiental. Manejo y control de especies invasoras. Conservación y manejo de especies migratorias. Monitoreo ambiental y sistemas de alertas tempranas. Educación, capacitación y divulgación ambiental. Participación comunitaria en la planificación y el manejo. Establecimiento de redes regionales para el intercambio de experiencias. Mecanismos de financiamiento. Valoración económica

II Reunión de Coordinación Red 406RT0285. Matanzas, Cuba. 5-9 de noviembre de 2007.

Actividades 2008-2009.

- **III Taller (2008):** Efecto de los cambios globales sobre los recursos hídricos y la vulnerabilidad costera, la biodiversidad, la seguridad alimentaria y la salud humana. Sede: Venezuela.
- **IV Taller (2009):** Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación y adaptación a los cambios. Metodología para estudio integral, ordenamiento territorial y gestión ambiental en humedales. Sede: Panamá.
- **II Curso de capacitación (2009):** Efecto de los cambios globales sobre los recursos hídricos y la vulnerabilidad costera, la biodiversidad, la seguridad alimentaria y la salud humana. Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación y adaptación a los cambios globales. Sede: Cuba.

Publicación de Monografía (2008)

Tema: Indicadores de sensibilidad a los cambios globales y estandarización de los procesos de recopilación, procesamiento, análisis y uso de los datos. Indicadores de sostenibilidad en el manejo de humedales. Modelación de escenarios de cambios. Metodologías para el análisis de la captura de carbono por diferentes tipos de cobertura vegetal. Análisis de los cambios en el uso de la tierra y los tipos de cobertura.

Publicación de Monografía (2009)

Tema: Estrategias integradas de mitigación, rehabilitación y adaptación a los cambios.

Metodología para estudio integral, ordenamiento territorial y gestión ambiental en humedales.

Conclusiones.

Los países de la comunidad iberoamericana cuentan con extensas zonas de humedales que poseen un enorme potencial natural y un acervo histórico cultural de gran relevancia. La diversidad biológica de los ecosistemas, los atractivos naturales de alto valor escénico, 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.

En los humedales de la región se desarrollan numerosas actividades socioeconómicas asociadas a la pesca comercial y deportiva, el desarrollo de actividades turísticas recreativas; el aprovechamiento de la vegetación y la fauna, la agricultura y la ganadería, el cultivo de peces, cocodrilos, moluscos y crustáceos, entre otras. En las últimas décadas se ha evidenciado una disminución en cantidad y calidad de los bienes y servicios provenientes de estos ecosistemas lo que, según opiniones de expertos, se debe fundamentalmente al efecto de diversos fenómenos y procesos a escala regional y global, y muy especialmente a los efectos de la dimensión humana del cambio global que está incidiendo significativamente en los cambios en el uso de la tierra y tipos de cobertura, la disminución de los recursos bióticos, la contaminación de las aguas y la alteración de la dinámica hidrológica y el surgimiento de afectaciones a la salud humana.

Dada la relativa fragilidad de los humedales y las amenazas globales que sobre ellos se ciernen, es indispensable 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 la región. 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 importancia de la Red para Iberoamérica es evidente si se tiene en cuenta la necesidad de conocer los beneficios que reportan los humedales, las amenazas a que están sometidos y la necesidad de contar con estrategias efectivas de mitigación, rehabilitación y adaptación. La Red pretende desarrollar los conocimientos científicos necesarios para la identificación de procesos de cambio global que afectan a los humedales, desarrollar herramientas técnicas de ordenamiento territorial y gestión ambiental, crear las capacidades institucionales correspondientes que permitan la implementación efectiva de estrategias integradas para el manejo sostenible de estos ecosistemas vitales y la mitigación de los procesos causantes de su degradación.

La Red incorpora a las actividades dirigidas por el Programa CYTED a países portadores de una amplia diversidad y extensión de zonas de humedales como es el caso de Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, España, Guatemala, Panamá, Paraguay, Portugal y Venezuela en los que se cuentan con estudios de base multidisciplinarios. En particular, se han seleccionado zonas húmedas representativas de relevancia a nivel regional en los aspectos ecológicos y socioeconómicos, entre las que se encuentran los humedales altoandinos de Chile, 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 Red está estrechamente relacionada 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.

Grupos participantes en la Red 406RT0285.

- 1) Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Cuba. Representante: Dr. Lucas Fernández.
- 2) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Argentina. Representante: Dra. Alejandra Volpedo.
- 3) Conservación Internacional Venezuela. Caracas. Venezuela. Representante: Dra. Anabel Rial.
- 4) Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Venezuela. Representante: Dr. Giuseppe Colonnello.
- 5) Departamento del Ambiente y Ciencias de la Tierra. Universidade do Algarve. Representante: Portugal. Representante: Dra. Delminda Moura.
- 6) Embrapa Pantanal. Corumbá. Brasil. Representante: Dra. Emiko Kawakami.
- 7) Escuela de Química, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Representante: MSc Juan F. Pérez.
- 8) Departamento de Botánica, Dirección de Investigación, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de asunción. Paraguay. Representante: Dra. Fátima Mereles.
- 9) Departamento de Ciencias Biológicas. Escola Nacional Saúde Pública, FIOCRUZ. Rio de Janeiro. Brasil. Representante: Prof. Ulisses Confalonieri.
- 10) Centro del Clima. Instituto de Meteorología. CITMA. Cuba. Representante: Dr. Paulo L. Ortíz.
- 11) Unidad Técnica de Cambio Climático. Autoridad Nacional del Ambiente. Panamá. Representante: MSc René López.
- 12) Comité Nacional de Humedales del Paraguay y Fundación Moisés Bertoni. Representante: MSc Danilo Salas.
- 13) Departamento de Ciencias Ecológicas, Universidad de Chile. Chile. Representante: Dr Víctor Marín
- 14) Agencia de Medio Ambiente. CITMA. Cuba. Representante: MSc Roberto Pérez.
- 15) Universidad Nacional Agraria de la Habana. Cuba. Representante: Dr. Fernando Ortega.
- 16) Fundación para la Gestión Ambiental Participativa. Costa Rica. Representante: Juan Bravo Chacón.

Referencias.

- CORINE-AIRE 2000. Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera
- CORINEAIRE 1994, 1995, 1996 e Inventarios Complementarios. 2: Análisis por Actividades Emisoras del Grupo 11 "Naturaleza" de la Nomenclatura SNAP-97.
- Alemán García, C. 2007. Disponibilidad de agua, manejo y efectos interactivos. VI Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana. 2 al 6 de julio del 2007. Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA).
- 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". Instituto nacional de recursos hidráulicos. La Habana, 22 de marzo de 2007
- Fernández, L. 2004. Los humedales de Cuba: estado actual y estrategia de uso sostenible Evaluación. *En*: Juan José Neiff (Ed). Monografía "Humedales de Iberoamérica". La Habana: 212-226
- Fernández, L. 2003. Gestión integrada del agua en zonas áridas de la región oriental de Cuba. Serie: El agua en Iberoamérica. Vol 4 "De la escasez a la desertificación". Alicia Fernández Cirelli y Elena Abraham. (Eds). Buenos Aires.
- Fernández, L. 2004. Evaluación de impactos ambientales en ecosistemas acuáticos. Serie: El agua en Iberoamérica. Vol 10 "Calidad de agua y manejo de ecosistemas acuáticos". Alicia Fernández Cirelli, Lucas Fernández Reyes y Cecilia D. Di Risio (Eds). Buenos Aires.
- Fernández, L. y Petrus, J. Experiencias en la ejecución de estudios interdisciplinarios para la gestión sostenible de humedales. Estudio de caso. Seminario Taller Internacional CYTED XVII. "Un enfoque integrado para la gestión sustentable del agua- Experiencias de cooperación". Buenos Aires.
- 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.
- ICGC ACC. 1993. Estudio Geográfico integral de la Ciénaga de Zapata, 225 pp.
- 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.
- 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.

Volpedo, A. 2004. Manejo de recursos hídricos en los humedales. II Curso de capacitación sobre manejo sostenible de humedales. Red XVII.C Programa CYTED. Nicaragua 23 al 27 de agosto de 2004. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua. Universidad de Buenos Aires.

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 y The Tinker Foundation. 64-75.

Resende, E. K. De y Santos, D.C. dos. 2002. Diagnóstico da pesca e aspectos da biologia reprodutiva dos peixes da bacia hidrográfica do rio Taquari, Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal Embrapa Pantanal. Documentos, 22: 1- 22.

Resende, E. K. De y Santos, D.C. dos. 2002. Diagnóstico da pesca e aspectos da biologia reprodutiva dos peixes da bacia hidrográfica do rio Taquari, Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal, Embrapa Pantanal. Documentos, 22: 1- 22.

Volpedo, A.V . 1999. El Proyecto de la Hidrovía y su relación con la conservación de la mastofauna. MAB-UNESCO. España: 1-25.

Piñeiro Cordero, T., Abreu Guerra, E. y González Méndez, J. 2006. Vulnerabilidad de la Ciénaga de Zapata ante los cambios climáticos globales. Propuesta de alternativas para la gestión- reducción de riesgos. Experiencias locales. Taller Zapata 2006.

I Taller Científico de la Red de Humedales CYTED-XVII.C. Humedales de Iberoamérica y el desarrollo sostenible. Panamá, 26 al 28 de mayo de 2003.

II Taller Científico de la Red de Humedales CYTED-XVII sobre humedales y desarrollo sostenible y III Simposio Interdisciplinario sobre procesos estuarinos. 25 – 28 de mayo de 2004, Algarve, Portugal.

III Simposio Taller de la Red de Humedales CYTED XVII.C. Gestión Sostenible de Humedales. 24-28 Octubre de 2005, Santiago, Chile.

I Simposio Taller Red 406RT0285. Efecto de los cambios globales sobre los humedales. 22-24 Agosto de 2006, Corumbá, Brasil.

I Curso de capacitación Red 406RT0285 Programa CYTED. Guatemala, 26 de febrero a 2 de marzo de 2007.