



Previsible impacto del cambio climático sobre el manglar Guacalillo, Costa Rica

LILLIANA PIEDRA y KATTIA PIEDRA

Entre las consecuencias del cambio climático están el aumento en el nivel del mar, la llegada al océano de aguas provenientes de fuentes como hielo derretido de los glaciares y las capas polares, la disminución del tamaño de los glaciares en los cinco continentes y la expansión termal del agua de los océanos. A medida que la temperatura de las aguas oceánicas aumente y los mares se hagan menos densos, éstos se expandirán ocupando una mayor superficie. Un aumento de la temperatura acelerará la tasa de aumento del nivel del mar, la disminución del caudal de los ríos, una mayor radiación solar, la desaparición de especies extremadamente sensibles a los cambios de temperatura, y, en los seres humanos, el aumento de enfermedades como el cáncer de piel.

En Costa Rica, los efectos del cambio climático podrán ser sequías prolongadas, inundaciones, mayor escorrentía, huracanes más dañinos, más sedimentos arrastrados que aumentarán los problemas de inundaciones, pérdida de la zona costera por el aumento en el nivel de los océanos, disminución del tamaño de los bosques de altura normalmente fríos y desaparición de especies habitantes de éstos.

Dentro de las zonas costeras uno de los ecosistemas más frágiles es los manglares, que son considerados humedales y están en la categoría de manejo de *reserva forestal*. Los manglares son ecosistemas de zonas litorales tropicales y subtropicales, localizados en la franja intermareal de áreas protegidas de la acción directa del oleaje, en suelos planos y fangosos, inundados por las mareas con frecuencias relativas a su amplitud y topografía del suelo, en estuarios, bahías, ensenadas, lagunas costeras, esteros y desembocaduras de ríos. Son de los ecosistemas más productivos y biodiversos del mundo.

A continuación se expone los resultados de un estudio sobre el efecto del cambio climático global en el ecosistema de manglar de Guacalillo, en la costa pacífica de Costa Rica (Puntarenas), realizado con base en las estadísticas mundiales de cambio de temperatura y variación en el nivel del mar.

Los objetivos orientadores del estudio fueron: (1) establecer los posibles efectos de las variaciones en temperatura sobre el sistema de manglar de Guacalillo; (2) determinar el efecto de la variación en el nivel del mar sobre el manglar de Guacalillo, y (3) predecir la variación en el área de manglar como una respuesta al cambio climático global.

El manglar Guacalillo (ubicado en Bajamar, cantón de Garabito, provincia de Puntarenas), que forma parte del Área de Conservación Pacífico Central, tiene un clima muy cálido, con un periodo seco relativamente largo que alcanza hasta seis meses: la temperatura media es de 27 ° C y los máximos y mínimos corresponden a 33 ° C y 23 ° C, respectivamente. La humedad relativa promedio anual es de un 75 por ciento, siendo septiembre el mes más húmedo (90 por ciento) y febrero el más seco (65 por ciento) El brillo solar promedio anual corresponde a siete horas diarias. La región está calificada como de clima tropical lluvioso y tropical seco, y pertenece a la zona de vida trópico húmedo caliente.

La red hídrica que influye sobre este manglar está compuesta por las quebradas Guachipelín, Mariana y Parales y por el río Grande de Tárcoles que recoge las aguas de la región central del país. Este último acoge este manglar sobre una planicie aluvial.

El manglar posee una superficie de 1.060.618 ha en las que se encuentran representadas tres zonas de vida: bosque húmedo premontano transición a basal, bosque húmedo tropical transición a perhúmedo y bosque húmedo tropical transición a seco. El manglar se delimitó utilizando el atlas digital del Instituto Tecnológico de Costa Rica (2004) y mediante verificación de campo utilizando un *gps* marca Garmin GPS map 60 cs. Se elaboró un mapa digital de la ubicación del manglar y, sobre éste, se modeló las modificaciones esperadas como consecuencia del cambio climático global.

Se realizó una revisión bibliográfica sobre los ecosistemas de manglar y las respuestas fisiológicas a las

variaciones en inundación que permitió realizar una predicción de los posibles cambios en dicho sistema.

El estudio arrojó los resultados que de seguido se exponen:

Se estimó un área de manglar de 1.060.618 ha con una relación área perímetro superior a 1, lo que muestra que la forma del ecosistema es muy irregular con un efecto de borde alto. Se determinó que las variaciones que puedan darse a nivel de la costa, específicamente en la variación del nivel de mar, podrían afectar de forma importante el interior.

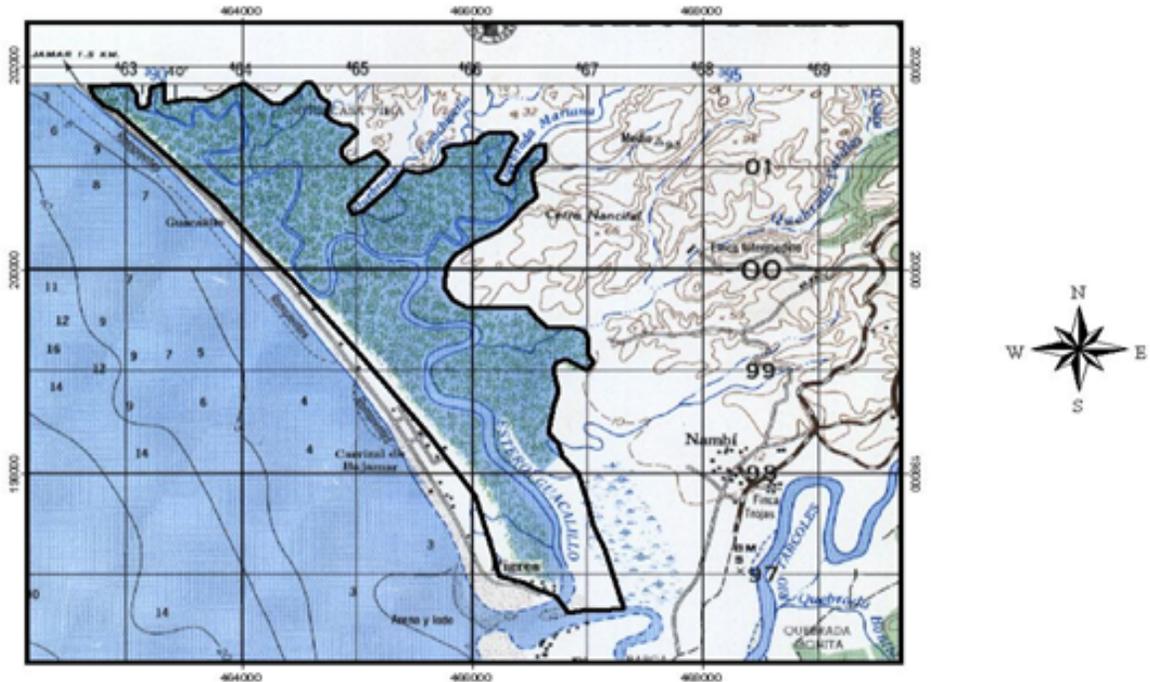


Figura 1. Delimitación del manglar Guacalillo.

El manglar se ubica entre los 0 y los 5 m.s.n.m. Las zonas de menor elevación se ubican en la zona cercana a la costa y a los bordes del estero Guacalillo; las de mayor elevación están en la parte más interna, colindando con áreas de más altitud. Considerando un escenario de 0,3 m de aumento del nivel del mar, el área de inundación permanente en el manglar podría aumentar alrededor de 10 ha, lo que implicaría una ampliación del canal central y la consiguiente disminución de la cobertura vegetal del bosque.

Dado que está establecido que el aumento en la temperatura media global provocará una elevación del nivel de los océanos de entre 0,3 m -en un escenario optimista- y 1,0 m -en un escenario pesimista- en los próximos 100 años, puede preverse una transgresión (retroceso) de la línea ribereña hasta una nueva posición de equilibrio en el escenario optimista, o una ampliación de las áreas sujetas a inundación mareal en el escenario pesimista. En ambas circunstancias, las zonas bajas con un fuerte desarrollo podrían experimentar cambios, limitaciones y daños ocasionando un elevado costo económico y social. Pero como el proceso de cambio aparentemente será lento en comparación con la actividad humana, aún es posible planificar el desarrollo tomando en consideración esos cambios naturales como una componente importante, para así minimizar los posibles perjuicios sobre la inversión financiera, la infraestructura y la sustentabilidad del desarrollo.

Considerando el escenario de 1 m se espera que alrededor de un 65 por ciento del área del manglar se inunde completamente principalmente en el área que se ubica frente a la línea de costa. En este caso no solo se producirá un ensanchamiento del canal sino que se establecerán áreas de inundación en esas llanuras aluviales.

Los manglares, capaces de soportar temperaturas que oscilan entre los 24 ° C y los 30 ° C, están constituidos por especies frágiles y sensibles a los cambios ambientales a pesar de las adaptaciones que presentan para sobrevivir en condiciones extremas de oxigenación y salinidad. Dado que las estimaciones de variación de temperatura en los próximos 100 años señalan que serán de 1 ° C por cada 10 años, las temperaturas llegarán a ser superiores a las que se encuentran adaptadas las especies. Y puesto que desde el punto de vista evolutivo 100 años son un periodo muy corto, la posibilidad de que las especies generen nuevas adaptaciones al nuevo ambiente son muy reducidas.

Dentro de los principales efectos que la variación de temperatura podría tener en las especies de mangle son: reducción de la viabilidad de semillas por sobreexposición térmica, reducción de la tasa de supervivencia de propágulos, reducción de la supervivencia de adultos e inhibición de la tasa fotosintética.

En relación con los períodos de inundación, los principales efectos sobre los árboles de mangle son: mortalidad de los propágulos por largos períodos de inundación, imposibilidad de fijación de semillas y propágulos, neumatóforos inundados -lo que imposibilita el intercambio gaseoso-, reducción de la capacidad de las raíces de fijarse al suelo y pérdida del follaje que permanece constantemente inundado en árboles adultos. Adicionalmente, es probable que muchas especies dependientes del manglar no encuentren el hábitat adecuado.

En el escenario de un aumento de 0,3 m en el nivel del mar podría provocarse un aumento en el ancho del canal del estero Guacalillo que favorecería los procesos erosivos, con el consiguiente derrumbe de las paredes de sustrato que sostienen los árboles, provocando la caída de éstos -principalmente los ubicados en las riberas-, lo que podría ocasionar obstrucciones y represamientos del agua que, a su vez, causarían más ensanchamiento, caída de árboles y retención de agua en las áreas de inundación.

En el escenario pesimista -el de aumento de un 1 m en el nivel del mar- el canal del estero prácticamente desaparecería, la zona de inundación sería de un 65 por ciento del manglar, las paredes de sustrato se derrumbarían al igual que los árboles de la ribera provocando la caída de los árboles adultos, lo que provocaría un represamiento que aumentaría la zona de inundación permanente. Los árboles que están en el centro del manglar perecerían porque su fijación al suelo se debilitaría por permanecer siempre inundados; la fijación de propágulos y semillas sería mínima (solo en la zona no inundada) y, en consecuencia, el manglar disminuiría su tamaño considerablemente.

Los organismos litorales y supralitorales como los mangles se adaptan para resistir temperaturas altas y, a menos que el aumento de temperatura (por ejemplo en 1,5 °C) afecte el ciclo reproductor, la elevación de este factor tendría efectos probablemente no medibles (Maul 1989). Aunque en general existe poca información sobre los manglares, el impacto por el ascenso del nivel del mar se cree que serán capaces de tolerarlo, siempre que otros factores ambientales no cambien el equilibrio natural (Ibid.).

Algunos trabajos reportan que los manglares costeros pueden quedar sumergidos y que el rápido ascenso del nivel del mar tendería a inundar los bosques de mangles más adentrados en tierra, situación que puede ser más drástica en los ya impactados. No se conoce con certeza en qué medida esto pueda afectarlos aunque si podría tener una influencia en la zonación del bosque, en la cual juega un importante papel la relación con el agua.

Por otra parte, el suelo del manglar alberga una importante biodiversidad adaptada al flujo y reflujo de la marea que podría ser drásticamente alterada por cambios en los factores que rigen sus ciclos diarios de conducta. Otro tanto ocurre con la fauna asentada en sus raíces, que puede verse afectada por los cambios bruscos de salinidad. Precisamente, el grado de especialización de este ecosistema hace que las especies que la habitan no puedan migrar a otro, por lo que las afectaciones a la biodiversidad son preocupantes.

La capacidad adaptativa de los manglares al cambio climático se espera que varíe según las especies y las condiciones locales (Ibid.). Las construcciones costeras reducen su capacidad natural de adaptarse, por la pérdida de terreno, y su capacidad de emigrar tierra adentro, por la presencia de infraestructuras y actividades humanas que constriñen su espacio de desplazamiento (Watson *et al.* 1997).

Como se prevé que con el cambio climático el patrón de lluvias cambiará, y los aguaceros estarán concentrados en intensidad y tiempo, es probable que se dé un aumento en el caudal de los ríos, lo cual elevaría de forma considerable la posibilidad de inundaciones en las zonas aledañas al manglar. Y al existir una zona de inundación permanente, que varía entre 10 ha para el escenario optimista y 65 por ciento del área del manglar para el escenario pesimista, se prevé que el área de inundación podría aumentar considerablemente para el período lluvioso -de julio a noviembre. Esto tendrá como consecuencia que el ecosistema de manglar sea más sensible y que los árboles permanezcan mayormente inundados durante la época lluviosa, dando como resultado una alta mortalidad de propágulos y de adultos.

La reducción del área del manglar y el aumento del área de inundación, además de afectar la pesca -por la migración de las especies- y el turismo -por la dificultad de navegación y la migración de aves-, afectarán la salud humana, porque muchas enfermedades y sus efectos agudos están asociados a temperaturas elevadas, y porque el agua (con el ascenso del mar) es hábitat de organismos transmisores de enfermedades. Por ejemplo, se espera que el aumento de temperatura puede incrementar el número de dinoflagelados asociados a la ciguatera (Sleath 2000), por lo que el envenenamiento por ciguatera podría incrementarse con el calentamiento global.

La adaptación en el contexto del cambio climático puede definirse como una estrategia deliberada de gestión para reducir al mínimo los efectos adversos del cambio climático, incrementar la capacidad de recuperación/adaptación de sistemas vulnerables y reducir el peligro de que el cambio climático cause perjuicios a

sistemas humanos y ecológicos. Los elementos de una estrategia de adaptación deben abarcar no sólo alteraciones físicas en el sistema de gestión sino también cambios tecnológicos e institucionales que permitan hacer frente a condiciones dinámicas (Bergkamp y Orlando 1999).

La adaptación al cambio climático puede tratarse de dos maneras: interviniendo sobre las causas -mitigación de las emisiones- e interviniendo sobre las consecuencias -adaptación propiamente dicha al cambio climático. Dado que algunas de las posibles medidas de adaptación tienen costos muy considerables, la incertidumbre inherente a la selección de los escenarios hace que se deba ser cauto con la adopción de medidas de adaptación que involucren ese tipo de costos. Lo que sí debe hacerse es, por un lado, adoptar las medidas que producen beneficios en cualquier caso y, por otro lado, tener en cuenta la sensibilidad de cada lugar de la costa -vulnerabilidad- en el proceso de planificación (Saizar 1996). En tal sentido, son valiosas todas las medidas que contribuyen a mitigar impactos antrópicos actuales no relacionados con el cambio climático, pero que su acción nociva torna más vulnerable la zona (López-Portillo y Ezcurra 2002).

Concluimos estableciendo que, sin importar el escenario futuro, habrá una pérdida importante de la vegetación del manglar y, por ende, de la fauna. El cambio de la temperatura y el ascenso del nivel del mar afectarán al turismo -directa e indirectamente- en la zona y tendrán un efecto en la salud humana en el lugar. Con el cambio climático se espera que se incremente el riesgo de inundación de tierras bajas, la erosión de los litorales blandos, el riesgo de intrusión salina y la frecuencia del daño causado por tormentas. Sin manglares la vulnerabilidad aumenta exponencialmente y, con ella, la pérdida de vidas.

Recomendamos incrementar la investigación en la zona para contar con patrones de línea base a fin de estimar significativamente los cambios. Debe definirse estrategias deliberadas de gestión para reducir al mínimo los efectos adversos del cambio climático. Hay que supervisar los problemas de salud de la zona costera (por ejemplo, mareas rojas y ciguatera) evaluando su posible aumento bajo los cambios en el clima. Debe incorporarse la variable cambio climático global en los procesos de planificación de la zona, principalmente en los planes reguladores. Hay que impulsar una repoblación vegetal en el manglar para lograr la restauración de áreas degradadas poniendo atención a las regiones donde la cubierta boscosa ya ha sido previamente alterada. Debe restaurarse y rehabilitarse las zonas de humedales fluviales y costeras para posibilitar la anegación natural de grandes extensiones de tierra y mantener los balances hídricos. Finalmente, hay que eliminar las presiones actuales que reducen la capacidad de la zona de responder al cambio climático, particularmente todas las formas de contaminación doméstica e industrial.

Referencias bibliográficas

- Bergkamp, G. y B. Orlando 1999. *Los humedales y el cambio climático: examen de la colaboración entre la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán 1971) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. En: www.ramsar.org/key_unfccc_bkgd_s.htm.
- Maul, G. 1989. *Implications of Climate Changes in the Wider Caribbean Region*. Caribbean Environment Programme. United Nations Environment Programme. Technical Report No. 3.
- López-Portillo J. y E. Ezcurra. "Manglares de México: una revisión", en *Madera y bosques* Número especial, 2002.
- Pérez, R., L. A. Amadore y R. B. Feir. "Climate change impacts and responses in the Phillipine coastal sector", en *Climate Research*, 12(3-3), 1999.
- Saizar, A. (1996). "Gestión de la zona costera y cambio climático", en: *Hacia el desarrollo sostenible de la zona costera del Río de la Plata, Conferencia Internacional, Montevideo, 25-27 de noviembre de 1996, Resumen de Exposiciones*. En: www.idrc.ca/lacro/docs/conferencias/ecodoc3.html#gestiondelazonacosteraycambioclimatico.
- Sleath, M. 2000. *Tropical fish may be off the menu*. *News in Science XX*. En: www.abc.net.au/science/news/print/print_101874.htm.
- Watson R. T. et al. (eds.) 1997. *Summary for Policymakers. The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A special Report of IPCC Working Group II. Intergovernmental Panel on Climate Change*.
http://www.tendencias21.net/index.php?action=article&id_article=67967
<http://www.actionbioscience.org/esp/environment/chanton.html> <http://www.tecnociencia.es/especiales/cambioclim/1.htm>

