

EDITORIAL

URGE UNA AGENDA ECOLÓGICA PARA ESTUDIAR
EL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

Durante 2007 el mundo y Colombia fueron testigos de varios acontecimientos que dieron cuenta del aumento de la conciencia ambiental del ser humano. Primero, el gobierno de los Estados Unidos aceptó sorpresivamente que el calentamiento global por el que atraviesa actualmente el planeta es responsabilidad del crecimiento económico desmedido con practicas industriales contaminantes que emiten grandes cantidades de CO₂, el principal gas causante del efecto de invernadero a la atmósfera. Esta reacción, en parte, fue forzada por la publicación de una serie de reportes del IPCC que mostraban evidencia contundente al respecto (IPCC, 2007). Luego, este esfuerzo le valió a la organización internacional el reconocimiento con el premio Nobel de la paz adjudicado en octubre. Esta "verdad incomoda" para los gobernantes también ha servido para el surgimiento de grandes movimientos y personajes ambientalistas con gran impacto en los medios y la política, como lo ejemplifica Albert Gore, también laureado con el mismo Nobel. Localmente, la toma de conciencia ambiental se vivió en la Universidad de Antioquia con la celebración de la ExpoUniversidad 2007, dentro de la cual se celebró el Simposio Académico Internacional "Cambio Climático: Ciencia y Conciencia" en el que participaron expertos internacionales y nacionales para disertar sobre el tema (Guzmán, 2007). Sin embargo, esta reunión puso de manifiesto que pese al volumen de estudios disponibles a nivel internacional, los países en vías de desarrollo, y particularmente Colombia, continúan impávidos ante la magnitud del problema. Sorprende que la política nacional existente sobre el tema del calentamiento global sea insuficiente, pero más aun, que la comunidad científica, particularmente la biológica, permanezca indiferente, sobresaliendo solamente los esfuerzos de investigación de pocos hidrólogos y meteorólogos (e.g., Pabón, 2003, 2007; Poveda, 2004).

Mientras las políticas gubernamentales y los planes de acción de sus estructuras operativas (IDEAM, 2007a, b, c) remedan las adoptadas por los países industrializados, se observan pocos programas o líneas de investigación al interior de las universidades y centros de investigación, y no hay estímulos por parte de COLCIENCIAS a través de convocatorias temáticas (Miranda, 2007). Todo esto, en parte, porque se considera que no somos parte del problema sino más bien víctimas (Costa, 2007), cuando en realidad somos ambas cosas. Por ejemplo, los estudios del Instituto Colombiano de Estudios Ambientales y Meteorología (IDEAM) se centran en identificar los patrones de cambio del clima (calentamiento atmosférico: 0,1-0,2 °C/década; cambios de precipitación: -4 a + 6%/década), registrar la pérdida de los glaciales y el incremento del nivel del mar (3-5 mm/año) y monitorear el incremento de enfermedades tropicales resultantes del calentamiento global (Costa, 2007). El Gobierno colombiano, como firmante del Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático desde 1995, realizó su Primera Comunicación (CN1) en el 2001 (IDEAM, 2007b). En ésta habló de la adaptación de los sistemas más vulnerables al cambio: los ecosistemas de alta montaña y de las islas y costas del Caribe. También enfatizó sobre las amenazas para la salud humana por la expansión del dengue y la malaria, y para las actividades económicas como la generación hidroeléctrica y la agricultura por la reducción de la oferta hídrica. Después de la CN1, se planteó la Política Nacional de Cambio Climático (IDEAM, 2007a) que busca: "i) mejorar las estimaciones de los posibles cambios de temperatura del aire, de la precipitación y de otras variables climatológicas en una escala más precisa; ii) estimar los impactos del cambio climático así como la vulnerabilidad de sistemas estratégicos para el país y que a su vez pueden ser altamente

vulnerables ante el cambio climático y los efectos sobre las variables socioeconómicas asociadas a los mismos y **iii**) determinar las correspondientes medidas de adaptación y sus opciones en el marco legislativo y político nacional e internacional". Por ello, el Gobierno colombiano busca financiación para un millonario proyecto piloto nacional integrado para adaptarse al retroceso de los ecosistemas de alta montaña como los glaciares y páramos (con la consecuente reducción de la oferta hídrica), al aumento del nivel del mar (pero solamente en el Caribe) y a las amenazas para la salud humana (IDEAM, 2007c). Finalmente, el proyecto piloto apoyará la evaluación y monitoreo de las medidas de adaptación en áreas geográficas particulares como el páramo de las Hermosas y la isla de San Andrés.

Es evidente que la investigación ecológica carece de importancia para el Gobierno Nacional como estrategia para hacer frente al cambio climático. Por ejemplo, la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático en Colombia (OCMCC, 2007) se limita a describir como importantes las acciones derivadas del Protocolo de Kyoto: la reducción de emisiones de gases invernadero, el desarrollo de mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y el establecimiento de proyectos (mayormente forestales) de captura de carbono. Se desconoce, así, el potencial que tiene conservar ecosistemas forestales naturales (e.g., manglares y bosques secos y húmedos tropicales) como sumideros de carbono y no se estimula la elaboración de presupuestos carbono para bosques en diferentes zonas de vida para estimar la magnitud de los reservorios y flujos, identificar las áreas con mayor potencial de captura y tomar decisiones de ubicación de plantaciones y programas de reforestación en zonas donde los bosques naturales no contribuyen significativamente a la captura.

Actualmente, quedan por fuera de las políticas y proyectos de adaptación al cambio climático: **a**) la evaluación de los agentes regionales y locales del

cambio climático y **b**) el monitoreo de diversos impactos ecológicos. Entre los agentes, la deforestación tropical es una amenaza real para el calentamiento global ya que 13 millones de hectáreas son taladas anualmente (Global Carbon Project, 2007). Estudios recientes demuestran que entre 2000 y 2005 en América tropical se presentaron las emisiones de carbono por deforestación más altas (0,6 Pg/año) comparada con África y el sureste asiático. Aunque las potencias industrializadas (Estados Unidos, Europa, Federación Rusa, China e India) son responsables por las mayores emisiones de carbono, los países en vías de desarrollo en su conjunto emiten el 15% del total global, el equivalente a la Federación Rusa, pero superando a China, India y otros países desarrollados. La deforestación tropical ocupa el segundo lugar en emisiones de carbono detrás de la quema de combustibles fósiles (1,5 y 7,6 Pg/año, respectivamente), y es así como debido a la deforestación, las zonas tropicales se están convirtiendo en una fuente más que en un sumidero de CO₂. El 45% del CO₂ se acumula en la atmósfera, mientras que un 31% lo hace en la tierra. Sin embargo, una fracción significativa del CO₂ atmosférico permanece suspendida por los vientos durante largo tiempo y la tasa de secuestro de ésta por parte de los ecosistemas terrestres ha permanecido constante durante los últimos 40 años. Por otro lado, el secuestro de CO₂ por parte del mar se ha reducido debido a factores como cambios en la circulación atmosférica, saturación de la producción primaria e incremento de la eficiencia fotosintética. Así es que reducir la concentración de CO₂ atmosférico depende parcialmente de reducir las emisiones debidas a la deforestación tropical. Adicionalmente, los países tropicales también han incrementado las emisiones por quema de combustibles fósiles debido al crecimiento poblacional, la industrialización de la economía y el crecimiento urbano. Consecuentemente, el estudio de los patrones espacio temporales de las emisiones de gases de invernadero como el CO₂ debido a la deforestación y al crecimiento urbano debería ser una prioridad en países como Colombia.

En Colombia, la deforestación y el crecimiento urbano están ocurriendo a tasas aceleradas siendo motores del cambio climático local y regional, y por lo tanto urge la formulación de agendas de investigación ecológica para evaluar sus patrones, causas e impactos y para proponer planes de mitigación, restauración y rehabilitación de los ecosistemas afectados. En primer lugar, la expansión histórica de la frontera agropecuaria, pero también la proliferación de los cultivos ilícitos durante los últimos 20 años, ha llevado a que el 35% del territorio nacional (principalmente en las regiones Andina y Caribe) se encuentre actualmente deforestado (Etter et al., 2006). Dicha deforestación reduce la diversidad de plantas y animales, puede incrementar la probabilidad de movimientos masales de tierra y avalanchas en las laderas, incremento de tasas de infiltración y evaporación, y la pérdida de carbono de los bosques y el suelo (López y Blanco-Libreros, 2008). La deforestación generalizada, en interacción con el clima, puede llevar a la desertificación y la sabanización irreversible de bosques secos y húmedos, respectivamente. Del territorio nacional, 4.828.875 ha (4,1%) se encuentran desertificadas hoy en día y se podría alcanzar un total de 8.404.943 ha (7,2%) con el escenario climático global en 100 años (Vargas y Gómez, 2003).

En segundo lugar, las ciudades colombianas se han expandido significativamente durante los últimos quince años como producto de la tercera población más grande de Latinoamérica (después de México y Brasil) concentrada mayormente en las áreas urbanas (1995: 70%) y con una tasa de crecimiento positiva (IDEAM, 2007b). Lo anterior a sido producto del alto crecimiento económico del país comparado con el resto de Latinoamérica (1980-1999: 3,1 y 1,2%, respectivamente) y al aumento de procesos migratorios entre el campo y la ciudad por múltiples factores. De manera combinada, el crecimiento poblacional, la expansión económica y urbana han contribuido colateralmente al calentamiento de la

atmósfera urbana. Por ejemplo, en la Sabana de Bogotá se ha registrado un incremento de la temperatura media del aire de 0,2 °C/década y una reducción de la precipitación anual en un 3% (Pabón, 2003, 2007). Dichos cambios pueden producirse, por un lado, porque el incremento de la superficie impermeable de concreto incrementa la reflexión de las ondas de calor y la evaporación, y por otra parte, porque las emisiones de carbono y otros gases (e.g., NO_x) generan un efecto de invernadero por medio del albedo sobre las ciudades, promoviendo la ocurrencia cada vez más frecuente de las "islas de calor" (Pabón, 2007). Las emisiones móviles son un factor importante en dicho proceso atmosférico. Por ejemplo, el número de vehículos particulares en Colombia se duplicó entre 1990 y 2001 pasando de 1.106.566 a 2.256.620, mientras el público pasó de 137.294 a 263.247 (IDEAM, 2007b). Un estudio realizado recientemente en Medellín (Martínez-López, 2007) correlacionó el incremento de la población y número de viviendas urbanas con el número de vehículos e identificó la existencia de picos diarios, semanales y anuales en las emisiones de partículas totales suspendidas y respirables en la atmósfera, óxidos de nitrógeno y azufre, monóxido de carbono y ozono (todos ellos por encima de los estándares internacionales de calidad del aire) relacionados directamente con las actividades del parque automotor. Los efectos ecológicos del cambio climático urbano han sido poco estudiados por los ecólogos colombianos debido a sus preferencias por las zonas prístinas y remotas. Sin embargo, se puede anticipar que el calentamiento atmosférico producirá alteraciones de la hidrología de las cuencas hidrográficas urbanas y suburbanas (Paul y Meyer, 2001). Por otra parte, las emisiones fijas y móviles de gases alteran la composición química de la atmósfera y, por lo tanto, del agua de escorrentía superficial, pudiendo llegar incluso a la acidificación y nitrificación por medio de la deposición seca y húmeda de partículas (*wet and dry deposition*) (Pickett et al., 2001).

Por lo anteriormente descrito, la deforestación y la expansión urbana son dos agentes de importancia regional para el cambio climático en Colombia que deben ser afrontados por políticas y planes de regulación pero ante todo con programas de investigación de la comunidad científica. Un marco teórico que podría ser útil para dichos estudios es el de la propagación de influencias (materia, energía e información) sobre la biosfera (*sensu* Reiners y Driesse, 2003). Este propone que los seres humanos han alterado la variabilidad, magnitud y ruta de transporte de "entidades" con una triple naturaleza: materia, energía e información. Además de los cambios evidentes inducidos en términos de materia y energía, el ser humano ha promovido un cambio en la información derivada de dichas variables alterando el comportamiento de la fauna, el flujo genético entre poblaciones, las interacciones entre especies dentro de las comunidades y su función dentro del ecosistema, siendo un poderoso motor de cambio de la biosfera. Teniendo en mente este marco teórico se proponen las siguientes recomendaciones para una agenda de investigación ecológica sobre el cambio climático en Colombia:

- a) Iniciar programas de investigación ecológica con objetivos a largo plazo en áreas geográficas definidas. Estos deben garantizar la medición de variables selectas (pero concertadas por la comunidad científica) de manera consistente y periódica durante un mínimo de cinco años. Algunos programas que se iniciaron aproximadamente hace 20 años en La Selva (Costa Rica), Luquillo (Puerto Rico) y Barro Colorado (Panamá) han empezado a proveer las evidencias más contundentes de los efectos de la variabilidad climática sobre poblaciones de animales y plantas, al igual que sobre procesos ecosistémicos en el neotrópico. En Colombia sobresalen los esfuerzos de la Reserva de La Planada (Nariño) administrada por el Instituto Alexander von Humboldt y vinculada a la red de sitios de investigación ecológica a largo plazo para el estudio de la dinámica de los bosques tropicales y la Bahía del Chengue (PNN Tayrona) administrada por el INVEMAR y vinculada al programa regional CARICOMP para el estudio de la productividad marina. Para el establecimiento de sitios de investigación ecológica a largo plazo (SIELP) se puede dar prioridad a algunas localidades que han sido estudiadas durante muchos años a través de proyectos de investigación independientes y cuya síntesis de resultados podría arrojar algunos patrones interesantes.
- b) Dado el compromiso de personal y presupuesto que supone la anterior propuesta, se debe urgir a COLCIENCIAS y a otras instituciones financiadoras gubernamentales y no gubernamentales para la apertura de convocatorias específicas para el estudio del cambio climático. Las universidades también podrían contribuir con fondos, pero principalmente a través del estímulo de la investigación dentro de las ciudades universitarias y en las estaciones de campo que algunas poseen.
- c) Iniciar estudios de monitoreo de poblaciones y comunidades de flora y fauna, al igual que de variables ecosistémicas, terrestres y acuáticas dentro de dos áreas temáticas: 1) el cambio de uso y cobertura de la tierra y 2) los cambios climáticos, particularmente la temperatura atmosférica, la precipitación y caudales, y la composición química de la atmósfera. Es aceptado ampliamente por la comunidad científica internacional que la reducción global de poblaciones de mamíferos, aves, anfibios y peces se debe parcialmente a dichos procesos de gran escala. Por otra parte, además de los ecosistemas de alta montaña, las zonas costeras e insulares (objeto de la actual política), se propone estudiar las partes medias y bajas de las cuencas porque ellas experimentarán severamente los efectos negativos de la reducción y variabilidad de la oferta hídrica. También se propone monitorear la reducción y pérdida de ecosistemas y biodiversidad alrededor de centros urbanos debido a la ocurrencia de islas de calor, a la reduc-

ción y contaminación de la precipitación y de los caudales de ríos y quebradas. Para este fin, se recomienda el estudio de crono-secuencias de deforestación y abandono de áreas agropecuarias y de gradientes urbano-rurales.

- d) Fomentar la colaboración entre ecólogos y científicos atmosféricos y de la tierra para relacionar causas operando a la escala del paisaje y la región con las variables biológicas de nuestro interés. Vale la pena promover entre los ecólogos, el uso generalizado de los datos disponibles en las redes de monitoreo meteorológico e hidrológico para buscar patrones de cambio climático interanuales en las áreas de estudio y en las principales ciudades del país, y para realizar hipótesis y predicciones sobre cambios ecológicos. Las sinergias entre investigadores de diferentes regiones del país ayudarán al uso más eficiente de los recursos y a la identificación de patrones más generalizados con la ayuda de sistemas de información geográfica.

En conclusión, el país requiere del compromiso inmediato de la comunidad de ecólogos ya que muchas corporaciones autónomas, encargadas por ley del diagnóstico de los efectos del cambio climático, "no han interiorizado el tema" y "no se han articulado con los lineamientos proferidos dentro de dicha política", como lo planteó re-

cientemente el procurador nacional (Maya-Villazón, 2007). Afortunadamente, las nuevas generaciones de estudiantes universitarios nos están dando una buena lección como quedó demostrado durante la reciente edición del Encuentro Internacional Juvenil de Investigación Ambiental organizado por la multinacional Bayer, en la que diez estudiantes colombianos de menos de 25 años matriculados en carreras biológicas fueron reconocidos por sus ideas concernientes al cambio climático en Colombia (MINEDUCACION, 2007). Aunque los ecólogos justificamos usualmente nuestra actividad investigativa únicamente con el argumento de que Colombia es un país megadiverso, no deberíamos cerrar los ojos ante el hecho que es, también, uno con las tasas más altas de deforestación (principalmente por cultivos ilícitos) y de expansión urbana. Es nuestra responsabilidad ética y social generar las bases científicas que conlleven a la formulación de las políticas y planes de acción para hacer frente a dichos problemas. Ya tenemos 20 años de retraso, no esperemos más!

Juan Felipe Blanco-Libreros
Profesor

Instituto de Biología,

Universidad de Antioquia.

Correo electrónico:

<blanco@exactas.udea.edu.co>.

REFERENCIAS

- Costa C. 2007. Colombia es vulnerable al cambio climático. *Revista de la Universidad de Antioquia*, número especial:25-28.
- Etter A, McAlpine C, Wilson K, Phinn S, Possingham H. 2006. Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems, and Environment*, 114:369-386.
- Guzmán E. 2007. Guión temático. *Revista de la Universidad de Antioquia*, número especial:7-12.
- Global Carbon Project. 2007. *The Global Carbon Project*. <<http://www.globalcarbonproject.org>>. Fecha de consulta: Noviembre 12 de 2007.
- IDEAM (Instituto Colombiano de Estudios Ambientales y Meteorología). 2007a. *Lineamientos de la política nacional de cambio climático*. <http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload/467567db4678d7b443628f8bc215f32d/Lineamientos_de_pol_tica_de_cambio_clim_tico.pdf>. Fecha de consulta: Noviembre 12 de 2007.
- IDEAM (Instituto Colombiano de Estudios Ambientales y Meteorología). 2007b. *Primera comunicación sobre el cambio climático en Colombia*. <http://www.ideam.gov.co/publica/cambio_climatico/PrimeraComunicacionColombia.pdf>. Fecha de consulta: Noviembre 12 de 2007.
- IDEAM (Instituto Colombiano de Estudios Ambientales y Meteorología). 2007c. *Piloto Nacional Integrado de*

- Adaptación: Ecosistemas de alta montaña, islas del caribe colombiano y salud humana.* <http://www.ideam.gov.co/biblio/paginaabierta/piloto_nacional.pdf>. Fecha de consulta: Noviembre 12 de 2007.
- IPCC** (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for policy makers.* IPCC WGII 4th Assessment Report. Praga, República Checa.
- López SR, Blanco-Libreros JF.** 2008. Illicit crops in tropical America: deforestation, landslides and the terrestrial carbon stocks. *Ambio*, 37(en prensa).
- Martínez-López E.** 2007. Medellín: se te acaba el aire! *Alma Mater*; 560:24-25.
- Maya-Villazón EJ.** 2007. *Palabras del señor Procurador General de la Nación en el foro "Aproximaciones institucionales frente a los efectos del cambio climático en Colombia", junio 5 de 2007.* Sitio de la Procuraduría General de la Nación. <http://www.procuraduria.gov.co/descargas/eventos/eventos_2007/discurso_diamedioambiente_06052007.doc>. Fecha de consulta: Noviembre 12 de 2007.
- MINEDUCACION (Ministerio de Educación Nacional).** 2007. *Diez jóvenes contra el cambio climático.* <<http://www.mineducacion.gov.co/observatorio/1722/article-133887.html>>. Fecha de consulta: Noviembre 12 de 2007.
- Miranda F.** 2007. Cambio climático: un gran desafío. *Revista de la Universidad de Antioquia*, número especial:36-39.
- OCMCC (Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático).** 2007. *Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático.* <http://www.cecodes.org.co/cambio_climatico/ocmcc.htm>. Fecha de consulta: noviembre 12 de 2007.
- Pabón JD.** 2003. El cambio climático global y su manifestación en Colombia. *Revista Cuadernos Geografía*, 12:111-119.
- Pabón JD.** 2007. *Variabilidad climática y cambio climático en la Sabana de Bogotá.* Página de Internet del Departamento Administrativo para el Medio Ambiente de Bogotá. <<http://observatorio.dama.gov.co/anexos/pdf/memorias/9.pdf>>. Fecha de consulta: Noviembre 12 de 2007.
- Paul M, Meyer JL.** 2001. Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32:333-365.
- Pickett STA, Cadenasso ML, Grove JM, Nilon CH, Pouyat, Zipperer WC, Constanza R.** 2001. Urban ecological systems: Linking terrestrial, ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32:127-157.
- Poveda G.** 2004. La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 28:201-222.
- Reiners WA, Driessé KL.** 2003. Transport of energy, information, and material through the biosphere. *Annual Review of Environment and Resources*, 28:107-135.
- Vargas G, Gomez CE.** 2003. La desertificación en Colombia y el cambio global. *Revista Cuadernos Geografía*, 12:121-134.