





Fotografía: <http://www.ideam.gov.co>. Sierra Nevada del Cocuy.

# Los glaciares de Colombia

JORGE LUIS CEBALLOS

Los glaciares de la zona ecuatorial han sido catalogados como excelentes indicadores de cambio climático por su fiel respuesta ante la dinámica de la atmósfera, lo que los convierte en excelentes laboratorios para el estudio del clima actual y pasado. En Colombia existen actualmente seis masas glaciares que ocupan un área de 47,2 km<sup>2</sup>, las cuales deben considerarse como relictos de la última glaciación con una pérdida de masa en general continua desde hace siglo y medio, la cual se ha incrementado fuertemente desde hace tres décadas relacionada con rápidos cambios en el comportamiento del clima, como lo evidencian algunos análisis de datos del clima registrados desde hace dos décadas. Esta acelerada pérdida, según la comunidad científica, está asociada con el aumento térmico de la atmósfera debido a la acumulación de gases de efecto invernadero. De persistir la actual tendencia de pérdida de área glaciaria de 3 a 5% anual, se considera que en tres a cuatro décadas estén extintos los glaciares en Colombia, cifras que son comparables para algunos glaciares de países vecinos.

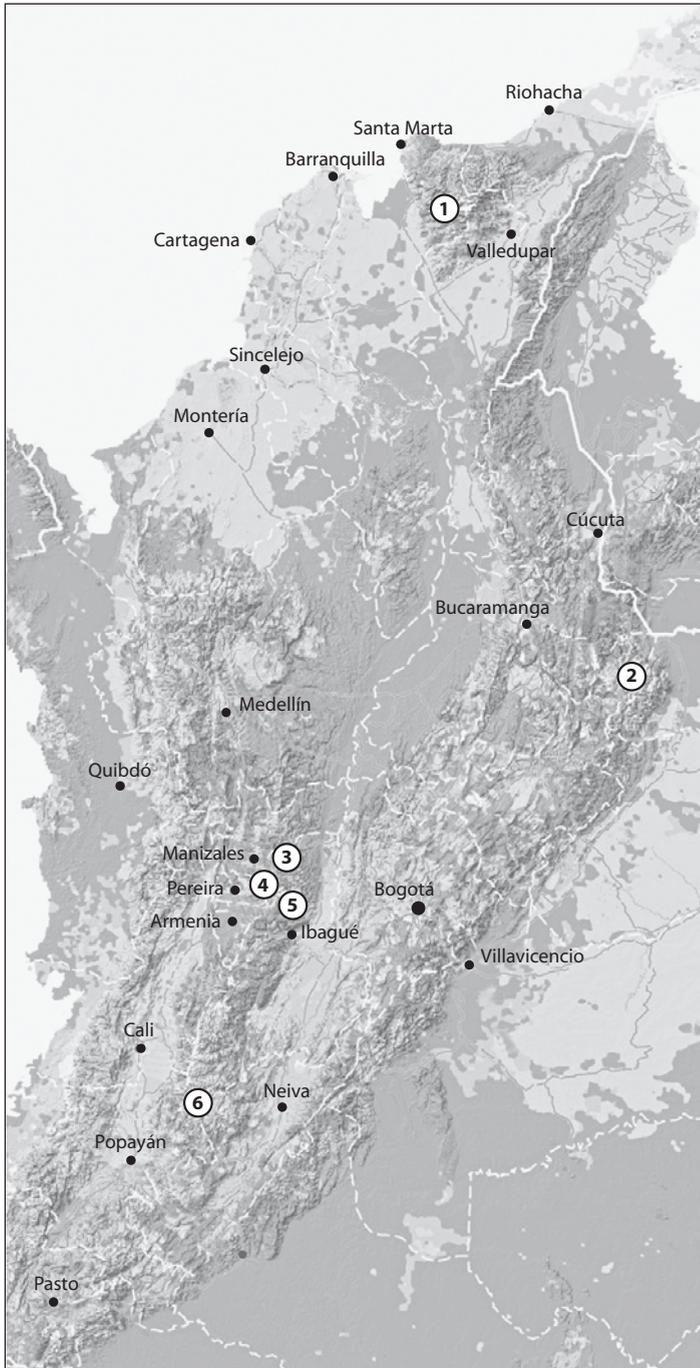


Figura 1. Localización de los actuales glaciares colombianos.

## Los actuales glaciares colombianos

Colombia cuenta actualmente en su territorio con seis masas glaciares (figura 1), que corresponden a entre el 2 y 3% de los glaciares tropicales en Suramérica (Comunidad Andina, 2007). De norte a sur son:

- 1) Sierra Nevada de Santa Marta (5.775 m, 6,49 km<sup>2</sup>).
- 2) Sierra Nevada de El Cocuy (5.330 m; 17,86 km<sup>2</sup>).
- 3) Volcán Nevado del Ruiz (5.320 m; 8,82 km<sup>2</sup>).
- 4) Volcán Nevado Santa Isabel (5.110 m; 2,59 km<sup>2</sup>).
- 5) Volcán Nevado del Tolima (5.280 m; 0,93 km<sup>2</sup>).
- 6) Volcán Nevado del Huila (5.655 m; 10,47 km<sup>2</sup>).

Estos nevados, como comúnmente se suelen llamar en Colombia, ocupan un área actual de 47,2 km<sup>2</sup> (IDEAM, 2008).

## Los glaciares colombianos y el clima pasado

Hace 70.000 años aproximadamente ocurrió un descenso térmico pronunciado que generó sobre las cimas de las montañas colombianas un fuerte crecimiento en la zona glaciár. Éste fue el inicio de la última glaciación sobre el territorio colombiano (Flórez, 1992).

A partir de las investigaciones realizadas por Van der Hammen, Raasveld, Gonzáles, Thouret, Salomons, Melief, Van Geel y Flórez, entre otros, se ha establecido la evolución de nuestros glaciares du-

## Utilice el baño racionalmente

Ya se están utilizando, en algunas partes, inodoros que funcionan sin agua. Falta bastante tiempo para que llegue esa tecnología a las casas y para que nos acostumbremos a ese nuevo hábito. Por ahora, piense que, en familia, no es tan necesario soltar el agua cada que alguien utiliza el baño.

rante los últimos 48.000 años a partir del estudio de los depósitos dejados por el avance de las masas glaciares conocidas como morrenas.

El período de máxima extensión glaciaria se denomina Pleniglacial; sin embargo, éste no fue homogéneo; por lo tanto, es posible diferenciarlo en diferentes ciclos. Según Van der Hammen *et al.* (1980), ocurre entre los 48.000 y 30.000 años antes del presente (AP) y se denomina como Pleniglacial Medio. Durante este período, los glaciares en Colombia ocuparon áreas por encima de los 3.000 ( $\pm 200$ ) metros sobre el nivel del mar, cubriendo una superficie de 17.109 km<sup>2</sup> (Flórez, 1992). Para aquel tiempo, el altiplano de Bogotá tenía vegetación de páramo.

El Pleniglacial máximo ocurre entre 24.500 y 20.400 años AP. Presenta un clima frío y seco, con condiciones de superpáramo a 3.100 metros de altitud en el páramo de Sumapaz. Entre los 21.000 y 14.000 años AP, la extensión de los glaciares se había reducido considerablemente. El límite del bosque se hallaba a una elevación menor y el clima era más seco con una zona de páramo relativamente ancha y seca.

Durante los 11.000 y 10.000 años AP, período denominado Tardiglacial, la humedad y temperatura aumentan, y se inicia la retirada glaciaria, por lo que se conoce esta época como el fin de la última glaciación y el comienzo del Interglacial o época actual. Este ascenso continuó hasta un óptimo térmico entre los 6.000 y 7.000 años AP (Flórez, 1992).

A partir de aquel óptimo térmico la temperatura ha descendido gradualmente, pero con períodos cortos de menor o mayor temperatura, como el actual ascenso térmico.

El antepenúltimo gran cambio climático en el planeta y asociado a la actividad de la corona solar, ocurrió alrededor del siglo XV hasta mediados del XIX de nuestra era, período de menores temperaturas

conocido como la Pequeña Edad de Hielo (PEH) o Neoglaciación, durante la cual la temperatura en la alta montaña colombiana debió ser algunos grados centígrados más baja que la actual y los glaciares aumentaron su área llegando a ocupar 374 km<sup>2</sup> (Flórez, 1992). El límite de hielo descendió hasta los 4.200 m en el sur del país, 4.400 m ( $\pm 100$  m) en la parte central de los Andes colombianos, en tanto que al norte, en la sierra nevada de Santa Marta, el límite se mantuvo a 4.600 m ( $\pm 100$  m). De acuerdo con Flórez (1992), lo anterior sugiere una diferencia controlada no sólo por la altitud, sino también por la latitud. Desde aquella época los glaciares se han reducido en casi 84% en los últimos 150 años.

Desde la segunda mitad del siglo XIX hay, en general, un ascenso térmico (con pequeñas fluctuaciones) que se caracteriza por un continuo derretimiento de los glaciares, el cual se ha intensificado en las tres últimas décadas y está relacionado, según la comunidad científica, con el aumento térmico de la atmósfera asociado a la acumulación de gases de efecto invernadero. Éste se considera como el

último gran cambio climático.

Para finales del siglo XIX en Colombia se contaban aproximadamente 19 nevados, de los cuales cuatro se conocían como nevados temporales, ya que su cubierta de nieve sólo era evidente en la época de lluvias.

La figura 2 muestra la evolución del área de los actuales seis glaciares en Colombia desde finales de la PEH (hace siglo y medio) en la que se aprecia una pérdida constante con pequeñas variaciones.

A partir de la segunda mitad del siglo XX ha sido posible conocer mejor el área de las zonas nevadas (figura 3), observándose tres períodos marcados, el primero entre las décadas de 1940 y 1950, donde se presenta a nivel general una rápida pérdida de área; el segundo entre 1960 a 1980, donde la pérdida dismi-

**Para finales del siglo XIX en Colombia se contaban aproximadamente 19 nevados, de los cuales cuatro se conocían como nevados temporales, ya que su cubierta de nieve sólo era evidente en la época de lluvias.**

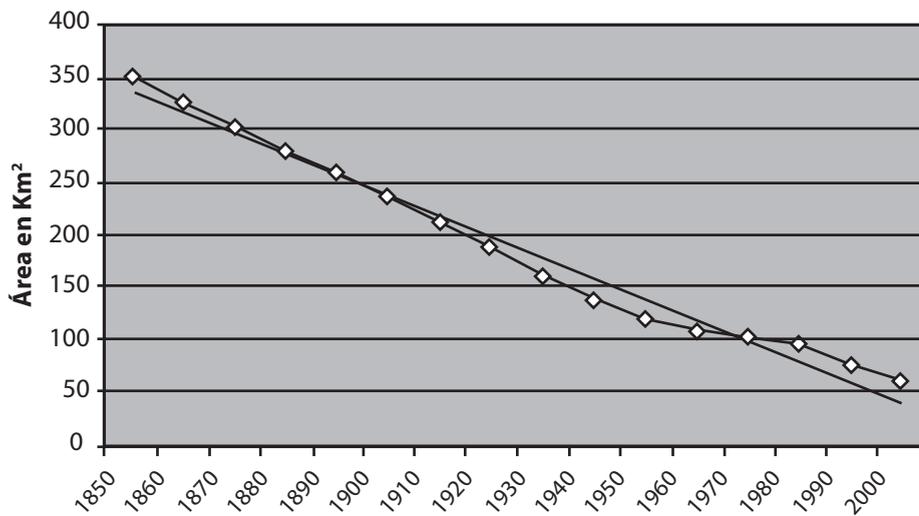


Figura 2. Evolución del área de los glaciares colombianos actuales desde la PEH (IDEAM, 2008).

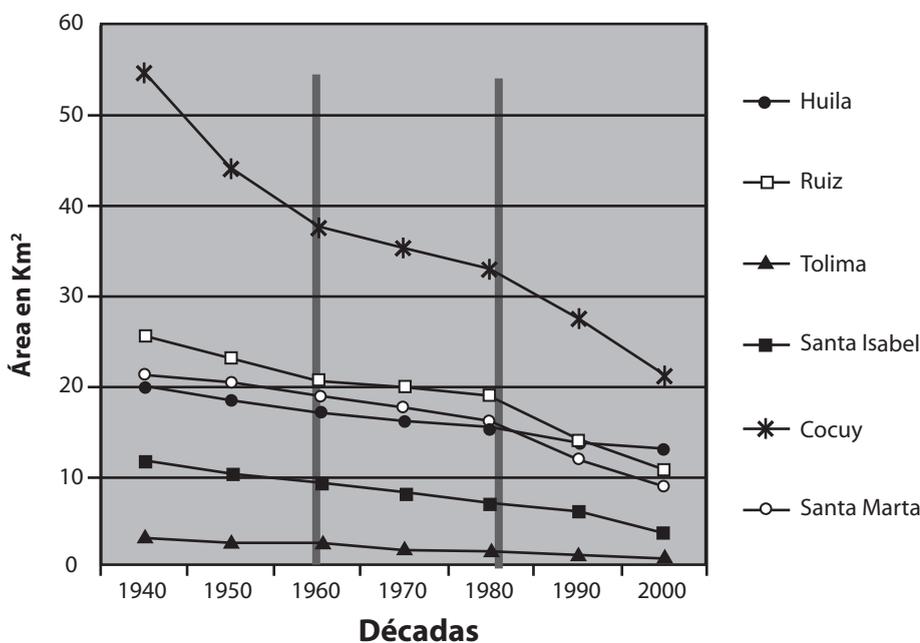


Figura 3. Evolución del área de los glaciares actuales en Colombia desde mediados del siglo XX (IDEAM, 2008).

nuye, y el tercero desde la década de 1980 hasta el presente, cuando nuevamente se incrementa el proceso de fusión glaciaria. Esta variación se puede relacionar directamente con información climática a nivel global (figura 4), donde se presenta un aumento de temperatura en la década del 40 y un período estable en las décadas del 60 y 70, para nuevamente incrementarse fuertemente desde la década del 80.

### Glaciares colombianos y el clima actual

En general, la alta montaña colombiana presenta un clima intertropical frío, con fluctuaciones de la temperatura interanual pequeñas, grandes fluctuaciones diarias y una distribución bimodal de la precipitación durante el año debido al desplazamiento de la Zona de Confluencia Intertropical, que marca los períodos de máxima nubosidad y precipitación.

Estas variaciones establecen cuatro períodos diferenciados al año: dos húmedos de marzo a mayo y de septiembre a noviembre, y dos secos (o menos húmedos) de diciembre a febrero y de junio a agosto, aproximadamente.

## Prenda la televisión para verla

Hay personas que dicen que no se pueden dormir sin la televisión prendida, hay otras que la encienden para sentirse acompañadas y otras que lo hacen al tiempo con el radio y el computador mientras hablan por teléfono. La televisión es para verla, de lo contrario manténgala apagada.

El rango de precipitación para la alta montaña se encuentra entre los 1.500 a los 3.000 mm, anuales; sin embargo, éstos disminuyen con la altitud: cerca de 1.500 mm anuales para las zonas de páramo por encima de los 4.000 m.

Las temperaturas disminuyen con la altura y presentan un rango promedio máximo de 12 a 14 °C y mínimo de 0 a -3 °C. No obstante, este rango es más acentuado cerca de la zona nival donde la variación entre el día y la noche es bien contrastada. Su valor depende del comportamiento de los demás elementos climatológicos como la radiación solar tanto incidente (onda corta) como reflejada (onda larga), la humedad relativa, la precipitación y el viento.

La humedad relativa es alta; en general superior al 70%. Presenta una variabilidad alta, la cual aumenta con la altitud; ésta es producto de las complejas interrelaciones atmosféricas, pero está condicionada principalmente por la temperatura, el viento, la nubosidad y la radiación global.

La radiación solar presenta ciclos diarios estables, obteniendo su máximo valor a medio día, con un rango entre los 600 y 1.000 w/m<sup>2</sup>. Sus variaciones son debidas a la presencia de vapor de agua en la atmósfera y precipitaciones, principalmente.

El viento, en general, puede llegar a valores altos de velocidad, los cuales oscilan entre 0 y más de 20 m/s (72 km/h).

A partir de la información de estaciones meteorológicas ubicadas por encima de los 3.700 m, se ha podido comprender la variación en elementos como la temperatura y la precipitación en la alta montaña que permiten hacer interpretaciones acerca del calentamiento térmico global.

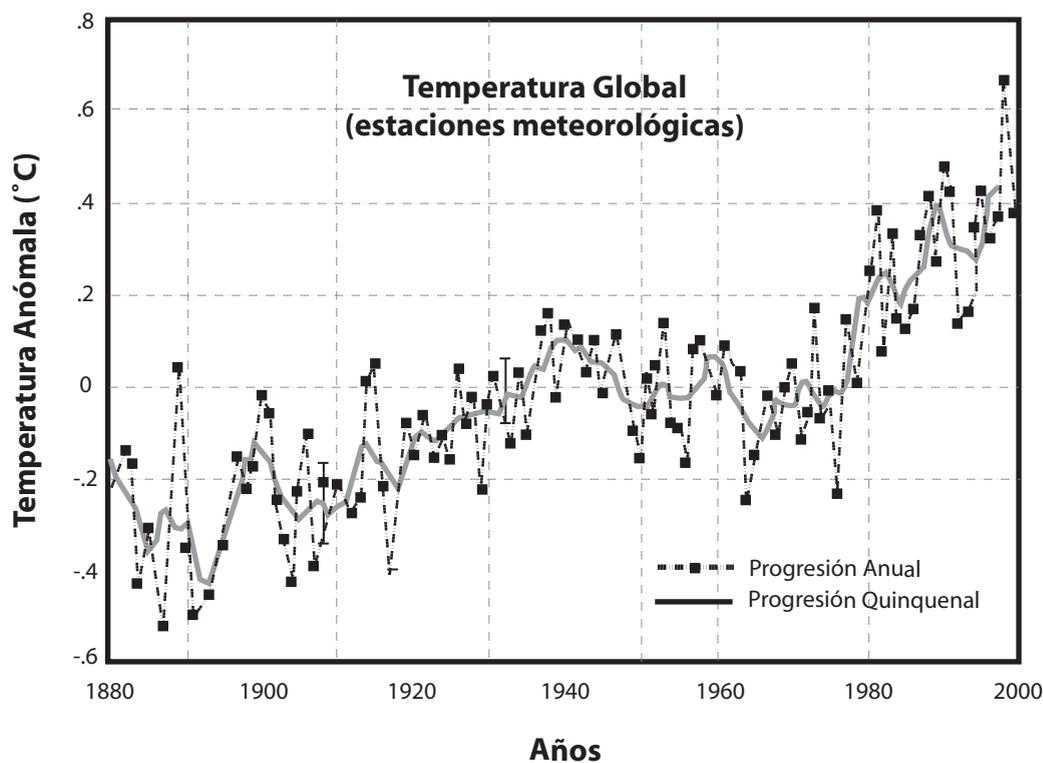


Figura 4. Variaciones en la temperatura mundial en el último siglo (Amstrong, 2002).

Así, en la estación meteorológica denominada “Las Brisas”, la cual se encuentra a 4.200 m en el Parque Nacional Natural Los Nevados (departamento de Caldas), se dispone de información desde el año 1981. La temperatura muestra un importante aumento en las últimas décadas, la cual es más acentuada en las temperaturas máximas y mínimas, donde el ascenso es casi de 2 °C, mientras que las temperaturas medias presentan un aumento de aproximadamente 1 °C (figura 5). En promedio, se tiene un aumento de 0,06 °C por año.

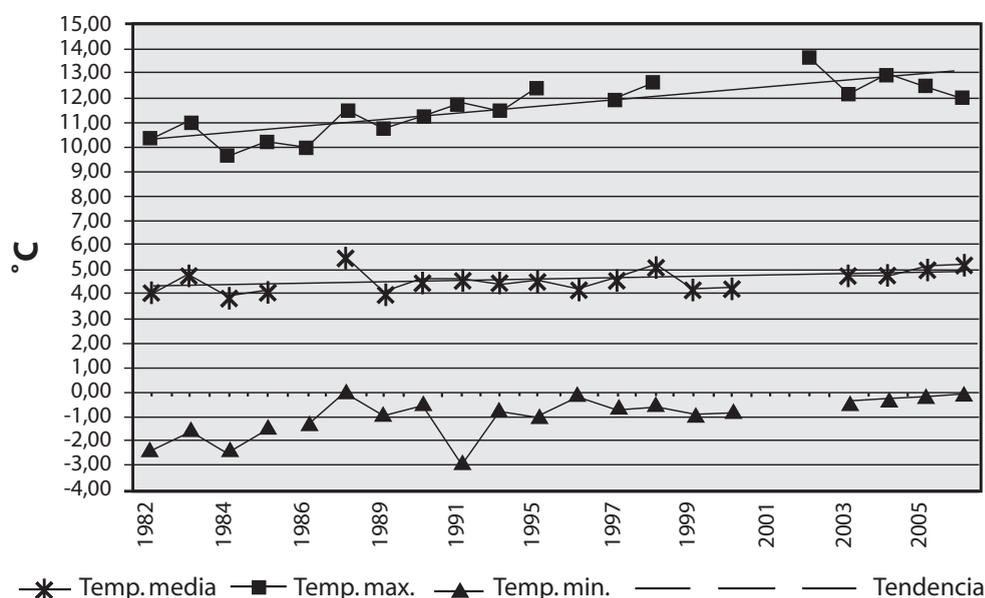
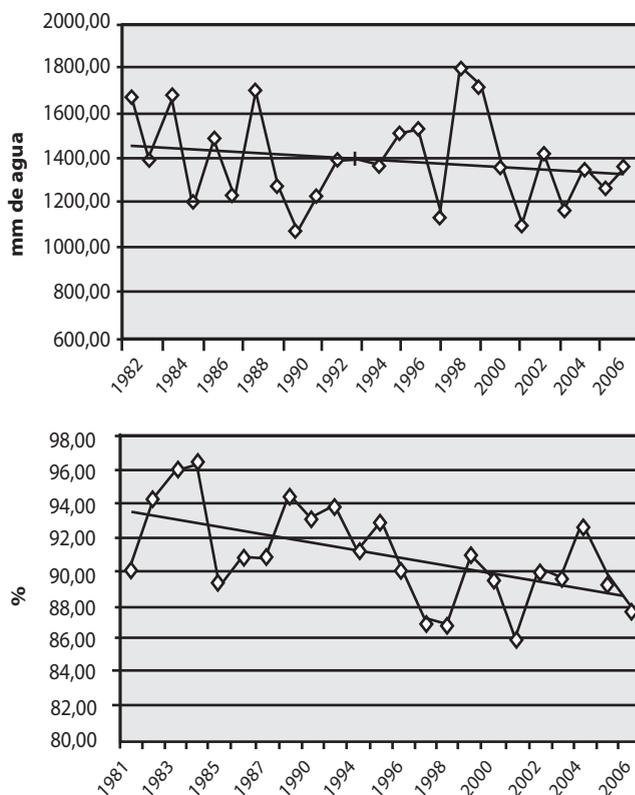


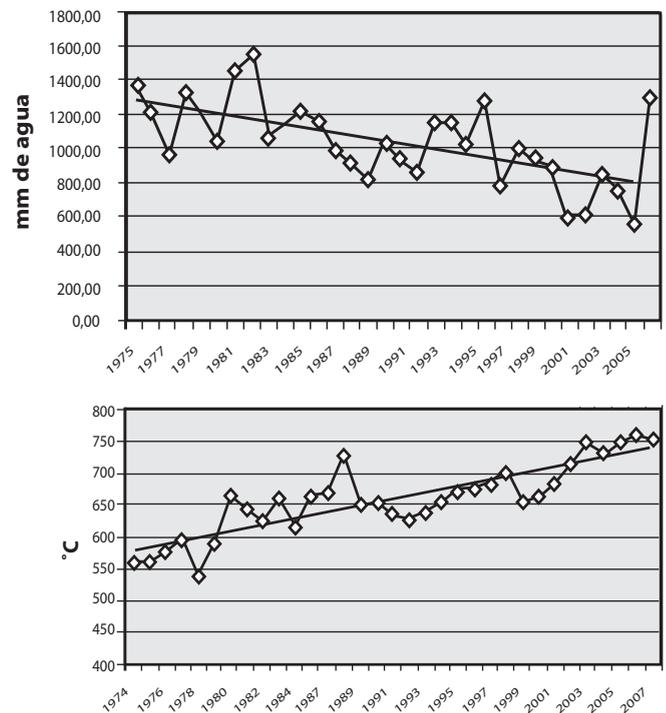
Figura 5. Temperatura histórica para la estación Las Brisas, 4.200 m (IDEAM, 2008).

La precipitación y la humedad relativa muestran una disminución durante el período analizado. La primera según la tendencia general tiene una disminución de más o menos 200 mm en 24 años, con cerca de 8 mm de pérdida promedio anual, mientras que la humedad se ha reducido aproximadamente 5% en el mismo período (figura 6), mostrando así indicios de un cambio en el clima de la alta montaña, situación que sin duda ha afectando los ecosistemas de alta montaña y principalmente el sistema glaciar.



**Figura 6.** Precipitación y humedad relativa histórica anual para la estación Las Brisas, Parque Nacional Los Nevados, 4.200 m (IDEAM, 2008).

De otro lado, la información climática de la estación “Sierra Nevada”, ubicada en la parte media de la cuenca del río Lagunillas, en la sierra nevada de El Cocuy o Güicán (Boyacá) y a 3.750 m, presenta similar comportamiento, pero con variaciones mucho más acentuadas en la temperatura y precipitación (figura 7), las cuales ayudan a explicar el proceso de retroceso y pérdida de los glaciares a nivel regional.



**Figura 7.** Precipitación y temperatura media anual en la estación Sierra Nevada de El Cocuy, 3.750 m (IDEAM, 2008).

Desde principios de 2006, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) viene realizando investigaciones detalladas

## Disfrute del silencio

En la ciudad, todo lo que suena está gastando energía. La aspiradora, la licuadora, el radio, la televisión, etc. Inclusive, muchos se van para la finca, o de vacaciones, pero no renuncian a estas ruidosas “comodidades”. Anímese, de vez en cuando, a apagarlo todo y, si puede, quédese callado.

en los glaciares colombianos tendientes a establecer la relación del clima con los nevados. Una de éstas ha buscado calcular un balance glaciológico de masa en un nevado colombiano, lo que consiste en establecer el equivalente de lo que gana y de lo que pierde de agua un glaciar en un tiempo determinado, obtenido a partir de mediciones repetidas realizadas directamente sobre un glaciar. El balance de masa calculado para casi dos años y medio en el nevado Santa Isabel (PNN Los Nevados) ha permitido confirmar el desequilibrio al cual están expuestos los glaciares en Colombia, caracterizado por una pérdida generalizada (figura 8). Ha coincidido el período de observación con dos fenómenos climáticos que alteran sustancialmente la dinámica glaciaria: “El Niño”, de 2006-2007, y “La Niña” de 2007, los cuales se reflejan fielmente en el balance.

Comparando datos anuales, es evidente el contraste entre el año 2006 y el 2008. Se tiene una pérdida de 2.535 mm en el período abril/diciembre de 2006 y para el 2007 de 404 mm, mientras que en el período enero/junio de 2008 se presenta un balance positivo con 259 mm, para un total acumulado de -2.681 mm en 27 meses de observación.

### Futuro de los glaciares

Según mediciones realizadas en varios glaciares en América Latina, aquellos que tienen áreas pequeñas y altitudes bajas (que escasamente sobrepasan los 5.000 metros de altitud) tienen un fuerte desbalance o desequilibrio y están en peligro de extinción (Can, 2007). Para Colombia esto se ha evidenciado en el volcán nevado Santa Isabel, cuyas cumbres apenas alcanzan los 5.100 metros de altitud. Sin embargo, la sierra nevada de El Cocuy, que es mucho más grande y tiene varios picos nevados que sobrepasan los 5.200 metros de altitud, presenta índices de pérdida comparables. Al respecto, falta mucho por investigar acerca del papel de los climas locales, como por ejemplo, en este caso, la hipotética influencia de la sequedad del cañón del río Chicamocha, cuyo poco aporte de humedad a la alta montaña podría estar influyendo en la pérdida glaciaria en el Cocuy.

Con base en la poca información existente, pero confiable desde el enfoque de similitud de comportamiento en países vecinos, es posible que, de persistir estas tendencias de pérdida de área actual del orden de 3 a 5% anual, en tres o cuatro décadas estén extintos los glaciares en Colombia.

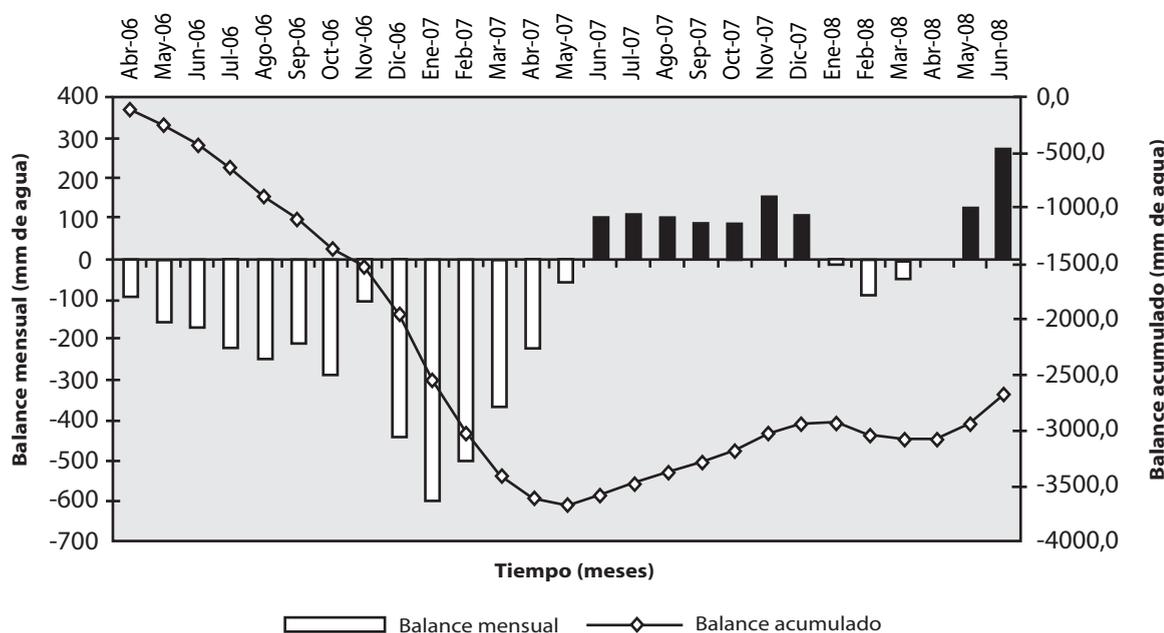


Figura 8. Balance de masa mensual ponderado 2006-2008 en el glaciar Santa Isabel, Parque Nacional Los Nevados (IDEAM, 2008).

Para países como Bolivia, Perú y Ecuador, la rápida desaparición de sus masas glaciares representa un grave problema, ya que son fuente de agua para poblaciones humanas urbanas y rurales y en épocas secas su fusión alivia la insuficiencia hídrica. Además, la rápida fusión es potencialmente amenazante por la ocurrencia de represamientos y avalanchas en lagunas de alta montaña.

Para Colombia estos escenarios son diferentes. Por un lado, no hay poblaciones urbanas que se surtan de agua directamente de los glaciares y tampoco generan amenazas naturales por deshielos (excepto claro está, por las posibles avalanchas por una reactivación volcánica).

Según investigaciones realizadas por el IDEAM, las poblaciones humanas más vulnerables a la desaparición glaciaria son aquellas del área rural que habitan zonas de alta montaña dedicadas a la agricultura y ganadería y cuyas fuentes de agua nacen en el glaciar; sin embargo, la densidad poblacional en estas condiciones es baja y existen fuentes hídricas vertiente abajo, pero no deja de ser una situación por resolver, especialmente ante situaciones climáticas críticas como eventos climáticos tipo "El Niño".

Indudablemente, la pérdida paisajística será excepcional. Es de resaltar que así como se prevé una extinción de glaciares favorecida por el actual cambio climático, no se debe olvidar que este proceso afecta a todos los ecosistemas, entre los cuales los más vulnerables son los de alta montaña.

## Referencias

- ARMSTRONG, R. *et al.* 2002. *State of the Cryosphere*. The National Snow & Ice Data Center. Disponible en internet: <http://nsidc.org/sotc/intro.htm>
- COMUNIDAD ANDINA (CAN). 2007. *¿El fin de las cumbres nevadas? Glaciares y cambio climático en la Comunidad Andina*. Lima. 104 p.
- FLÓREZ, A. 1992. «Los nevados de Colombia. Glaciares y glaciaciones». En: *Análisis Geográficos* N° 22, Bogotá, IGAC. 95 p.
- FRANCOU, B. & B. POUYAND. 2004. *Métodos de observación de glaciares en los Andes tropicales*. Bolivia, IRD. 243 p.
- GONZÁLES, E., T. VAN DER HAMMEN & R. FLINT. 1965. «Late Quaternary glacial and vegetational sequence in valle de Lagunillas, sierra de el Cocuy, Colombia». *Leidse Geol. Meded.* 32: 157-182.
- IDEAM. 2008. *Informe de actividades glaciológicas. Sierra nevada de El Cocuy y volcán nevado Santa Isabel (Colombia), 2006-2007*. Bogotá. 75 p.i

### JORGE LUIS CEBALLOS

Ingeniero geógrafo, MSc. Geografía. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Bogotá. [jorgec@ideam.gov.co](mailto:jorgec@ideam.gov.co)

## Devuelva los envases de vidrio

Hay envases de vidrio que se pueden devolver y el proceso de re-uso es menos dispendioso, en términos energéticos, que producirlos nuevos. Inclusive, muchas empresas pagan por cada envase devuelto, fíjese en la etiqueta y verá. Encargue a sus hijos esta responsabilidad... ¡Algo aprenderán!