

El Niño y La Niña

determinan la
variabilidad de
la lluvia en la
Sierra ecuatoriana

Marcos Villacís Erazo*

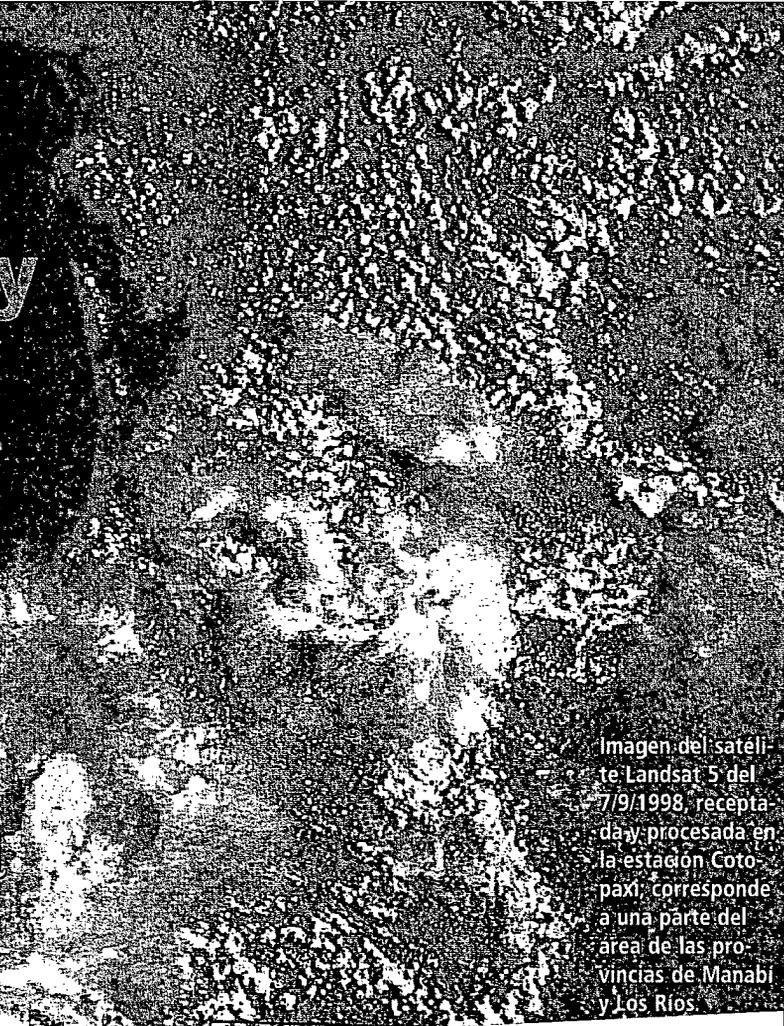


Imagen del satélite Landsat 5 del 7/9/1998, receptada y procesada en la estación Coto-paxi; corresponde a una parte del área de las provincias de Manabí y Los Ríos.

Aunque los efectos de El Niño en la Sierra no son catastróficos como en la Costa, estos son más claros durante la estación seca. Se presentan los resultados de estudios que determinan con una buena aproximación las variaciones del volumen de lluvias y analizan los registros del fenómeno ENSO en el pasado.

El ciclo del agua en el Ecuador tiene la particularidad de estar influenciado por una fuerte variabilidad climática en todo su territorio, atribuida principalmente a condiciones geográficas como su latitud y topografía irregular con variaciones altitudinales de 0 a 6 300 metros sobre el nivel del mar.

Estos intensos cambios orográficos son muy evidentes en la variabilidad de la precipitación anual, de 100 a 6 000 mm, que se presenta en una superficie relativamente pequeña, de aproximadamente 250 000 km², la cual se torna más significativa localmente debido a la influencia del fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés).

Los eventos ENSO han atraído la atención de la comunidad científica internacional, debido a que, según algunos autores⁽¹⁾⁽²⁾, constituyen una de las principales fuentes de variabilidad climática interanual alrededor del mundo, observándose sequías en Australia, Indonesia, noreste de Brasil y África Ecuatorial, mientras que en la costa de Ecuador, norte de Perú y California⁽³⁾ se han observado precipitaciones excesivas, especialmente durante los eventos de El Niño (fase caliente del ENSO) considerados como los más intensos en el último siglo (1982-83 y 1997-98).

En el caso de la Región Litoral ecuatoriana, durante el fenómeno de El Niño 1997-98, el balance económico fue negativo, ocasionando pérdidas

por 2 650 millones de dólares entre daños directos e indirectos, originados por las lluvias excesivas (en el norte de Manabí, en Jama, el total anual de lluvia superó al promedio multianual en un 200% para el período 1963-1999, con 760 mm, y para el evento de 1998, con 2 240 mm).

En términos de impacto por sectores se tiene que, al productivo le correspondió el 53% (agrícola, principalmente, con el 78%), seguido por el de servicios con el 29% (transporte, principalmente vial, con el 96%) y finalmente el social con el 7% (vivienda, con el 75%)⁽⁶⁾. En la Región Interandina, los efectos del ENSO no son catastróficos como en la Costa, pero existe evidencia de sus efectos sobre la variabilidad climática en esta región, como se detalla más adelante.

Influencia sobre más de un cuarto de la Tierra

Existe cierta confusión en cuanto a la utilización de los términos "El Niño", "La Niña" y "ENSO", tanto en la comunidad científica internacional como en el público en general. El término "El Niño" fue aplicado originalmente a una débil corriente cálida anual que circula hacia el sur a lo largo de las costas de Ecuador y Perú (en diciembre, aproximadamente en Navidad, con la venida del Niño Jesús), y luego relacionado con el largo calentamiento inusual que ocurre ciertos años, ocasionando cambios ecológicos locales y regionales.

El término ENSO, sin embargo, fue introducido para diferenciar el calentamiento costero antes mencionado, del calentamiento anómalo más extenso que se produce en el Océano Pacífico ecuatorial central que está ligado a anomalías en los patrones climáticos globales.

No obstante, la comunidad científica internacional tiende a utilizar el término ENSO para describir el ciclo de la naturaleza en el que la interacción entre el océano y la atmósfera⁽⁷⁾ se manifiesta a través de fluctuaciones de las temperaturas oceánicas, precipitación, circulación atmosférica, movimientos verticales y presión del aire a lo largo del Pacífico ecuatorial.

La escala de estas fluctuaciones es muy vasta, con cambios en la temperatura superficial del mar que pueden abarcar tramos de hasta más de un cuarto de la circunferencia terrestre. De la misma forma, los cambios en la precipitación tropical y en los vientos pueden abarcar distancias de más de la mitad de la circunferencia terrestre. Los fenómenos climáticos de El Niño (fase caliente del ENSO) y La Niña (fase fría del ENSO) representan los extremos opuestos de este ciclo.

Entendiendo el fenómeno

Durante una situación normal los vientos alisios mantienen un equilibrio entre las aguas cálidas del Pacífico occidental y las aguas frías del Pacífico oriental, y el límite (termoclima) entre las aguas cálidas y las aguas frías ricas en nutrientes, se encuentra aproximadamente bajo la superficie⁽⁶⁾.

Los eventos de El Niño, que ocurren irregularmente en intervalos de 3 a 7 años⁽⁶⁾, se caracterizan por el debilitamiento de los vientos alisios del este y por el flujo de una capa (de 150 m de profundidad) de aguas cálidas (anomalías positivas que varían entre 2°C y 5°C) desde el Pacífico occidental hacia el este, que deslizándose sobre aguas más frías ricas en nutrientes bloquea su corriente ascendente en América del Norte y del Sur causando escasez de alimento.

Durante los eventos de La Niña, los flujos de agua caliente son empujados hacia el oeste, en dirección a Asia, debido al fortalecimiento de los vientos alisios, por lo que el agua fría más profunda sube a la superficie (anomalías negativas que varían entre 1°C y 4°C) a lo largo de la costa oeste de Sudamérica, originando la abundancia de nutrientes y una disminución de la evaporación, reduciendo de esta manera la formación de nubes y lluvia en esta región⁽⁶⁾.

El ENSO en la Región Interandina

En el caso de la Sierra, los efectos del ENSO sobre el clima han sido puestos en evidencia a través de estudios realizados en el marco del proyecto Great Ice del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD, por sus siglas en francés), mediante el análisis de la respuesta registrada en el balance de masa del glaciar 15 del volcán Antizana, donde se ha examinado un comportamiento negativo (pérdida de masa glaciar) durante la fase caliente del ENSO y cierta recuperación (incremento de la masa glaciar) durante la fase fría del ENSO (La Niña).

Esto confirmaría que la variabilidad en el balance de masa es controlada por los efectos producidos durante estos acontecimientos, debido a que la respuesta del glaciar ante la influencia del Pacífico sufre un desfase significativo, sugiriendo de esta manera una influencia fuerte y directa del ENSO sobre las cordilleras en el Ecuador⁽⁷⁾. En un contexto regional, Henderson y su equipo de investigación⁽⁸⁾ ligaron las condiciones ambientales de la Amazonia y del Atlántico tropical con la serie de isótopos de oxígeno 18 obtenida de un testigo de hielo extraído en una perforación en el monte Huascarán (Perú), de cuyo análisis se evidencia que durante el pico de los eventos El Niño se nota un enriquecimiento del oxígeno 18 (mayor cantidad de precipitación en forma de nieve) en el testigo de hielo y su empobrecimiento, aproximadamente 12 meses después, cuando El Niño ha perdido su fuerza (menor cantidad de precipitación sólida sobre la montaña).

El proyecto Great Ice con el apoyo del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Inamhi, realizó a fines del año 2000 una perforación en el casquete de hielo del Chimborazo por su ubicación estratégica en la zona afectada por el ENSO, con el objeto de extraer muestras de hielo que serán sometidas a análisis isotópicos para reconstituir la variabilidad climática de los eventos ENSO en el milenio pasado.

Asimismo, en un estudio climatológico preliminar a escala estacional realizado entre la Escuela Politécnica Nacional (Departamento de Ciencias del Agua) y el IRD (Great Ice), con el apoyo del Inamhi, en 20 estaciones meteorológicas de la Sierra entre 1965 y 1998, se observó que la respuesta de la precipitación durante los ENSO en la Sierra es diferente a la de la Costa.

La metodología propuesta permite observar que, contrariamente a lo que sucede en la región costera, donde la precipitación aumenta durante la presencia de los eventos ENSO, la precipitación no muestra una respuesta uniforme en la Sierra.

Durante el período húmedo de la Sierra (octubre a mayo), no se constata mayor afectación a la variabilidad típica de la precipitación; en tanto que durante la estación seca (junio a agosto), se observa sistemáticamente una baja significativa de la precipitación con relación a la media durante la fase caliente del ENSO (El Niño) y un comportamiento totalmente opuesto durante la fase fría del ENSO (La Niña). Se debe aclarar, sin embargo, que estos dos fenómenos no ocurren simultáneamente.

Estas variaciones en la precipitación, según Vuille, y otros⁽⁹⁾, se deben a una disminución de la actividad convectiva durante El Niño y a un aumento de la misma durante La Niña. La actividad convectiva se forma cuando el aire caliente, calentado por un desigual calentamiento de la superficie de la Tierra, se eleva y se enfría adiabáticamente y afecta al norte del Brasil y se extiende hasta el pie de los Andes del Ecuador (parte de la Amazonia ecuatoriana). El comportamiento antes mencionado es más consistente durante los últimos 20 años, período en el cual se observa una tendencia hacia el calentamiento del Pacífico central ecuatorial y una dominación de los eventos El Niño.

La humedad relativa también fue estudiada durante la época seca, pero en este caso la relación con los índices ENSO no es importante en el período 1982-2000 (escogido en función de la disponibilidad de datos), mientras que a partir de 1988 se puede observar un comportamiento parecido al de la precipitación. Considerando que en esta época del año parte de la humedad viene de la Amazonia, se analizó el comportamiento de la humedad relativa en la estación Puyo, observándose la misma conducta que en la Sierra, especialmente a partir de 1988.

Por último, también se estudiaron las temperaturas extremas (máximas y mínimas), en este caso la relación con el ENSO no se muestra como importante, y además es muy variable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 • Ropelewski, C. & Halpert, M. 1996. Quantifying southern oscillation-precipitation relationships. *Journal of Climate*, 9, 1043-1059.
- 2 • Trenberth, K. 1997. The Definition of El Niño, *Bull. Am. Met. Soc.*, Vol. 78, No. 12, 2771-2777.
3. Espinoza, J. 1996. El Niño y sus implicaciones sobre el Medio Ambiente, *Acta Oceanográfica del Pacífico*, INOCAR-Ecuador, 8(1), 115-134.
- 4 • Zevallos, O. 2000. Investigación comparativa, Información y Capacitación desde una perspectiva Social, Informe de Avance I Ecuador, Proyecto Gestión del Riesgo ENSO en América Latina, EPN, La Red, IAI.
- 5 • Aceituno, P. 1992. El Niño, the Southern Oscillation and ENSO: confusion names for a complex ocean-atmosphere interaction; *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 73, 483-485.
- 6 • Suplee, C. 1999. Círculo vicioso de la Naturaleza, El Niño/La Niña, *Revista oficial de la National Geographic Society*, Vol. 4, No. 3, 72-95.
- 7 • Francou, B., Ramirez, E., Cáceres, B. & Mendoza, J. 2000. Glacier Evolution in the Tropical Andes during the last decade of the 20 Century: Chacaltaya, Bolivia, and Antizana, Ecuador, *AMBIO, a Journal of the Human Environment*, Royal Swedish Academy of Sciences. Vol 29, No 7. 416-422.
- 8 • Henderson, K. A., Thompson, L. G. & Lim, P. N. 1999. Recording of El Niño in ice core 180 records from Nevado Huascarán, Peru, *J. Geophys. Res.*, Vol. 104, No. D24, Pages 31.053-31.065.
- 9 • Vuille, M., Bradley, R. & Keimig, F. 2000. Climate Variability in the Andes of Ecuador and its relation to tropical Pacific and Atlantic sea surface temperature anomalies, *Journal of Climate* 13, 2520-2535.
- 10 • Peixoto, J. & Oort, A. 1992. *Physics of Climate*, American Institute of Physics. New York.

Más notorio en la estación seca

Los efectos de los eventos ENSO en la Sierra no son catastróficos como en la Costa, pero los resultados obtenidos evidencian efectos del ENSO también sobre el clima en esta región del Ecuador.

De los resultados obtenidos se puede observar que estos son más claros durante la estación seca (junio, julio y agosto), en la cual se observan valores promedios de precipitación negativos durante los eventos de El Niño y positivos durante La Niña, relación que se presenta como moderada pero persistente, especialmente a partir de 1979, coincidiendo con el aumento en la frecuencia de ocurrencia de los eventos de El Niño.

Es importante mencionar, además, que en esta época del año parte de la humedad presente en la Sierra proviene de la Amazonia, período que corresponde al máximo pluviométrico en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, situación evidente a través del comportamiento de la humedad relativa, similar al de la precipitación durante los eventos ENSO.

La evidencia antes mencionada da pie a que futuros estudios mucho más completos sean dirigidos en esta línea. Estos permitirán conocer de mejor manera el clima en la Sierra ecuatoriana mediante herramientas modernas como:

1. La interpretación de otros parámetros meteorológicos estáticos (dirección y velocidad del viento, nubosidad, etc.) en función de los eventos ENSO.
2. La interpretación de la isotopía estable (oxígeno 18 y deuterio) de lluvias que van a indicar el origen y las interacciones de la masa de aire con el continente.
3. El análisis de imágenes satelitales para seguir los movimientos de las masas de aire, la utilización de modelos meteorológicos con módulo isotópico para comprender de una mejor manera tanto el clima actual de la Sierra como el de la Amazonia, especialmente durante los últimos eventos el ENSO.
4. La reconstitución del clima y de los eventos ENSO pasados a través del análisis isotópico (oxígeno 18 y deuterio) de los testigos de hielo extraídos del Chimborazo en diciembre 2000.

Colaboraron en este artículo: Remigio Galárraga, Jean-Denis Taupin, Bernard Francon y Enrique Palacios.

* Marcos Villacís, es ingeniero civil de la Escuela Politécnica Nacional, y actualmente se encuentra estudiando su doctorado en Hidrología en la Universidad París VI, Francia.
E-mail: marcosvillacis@yahoo.com



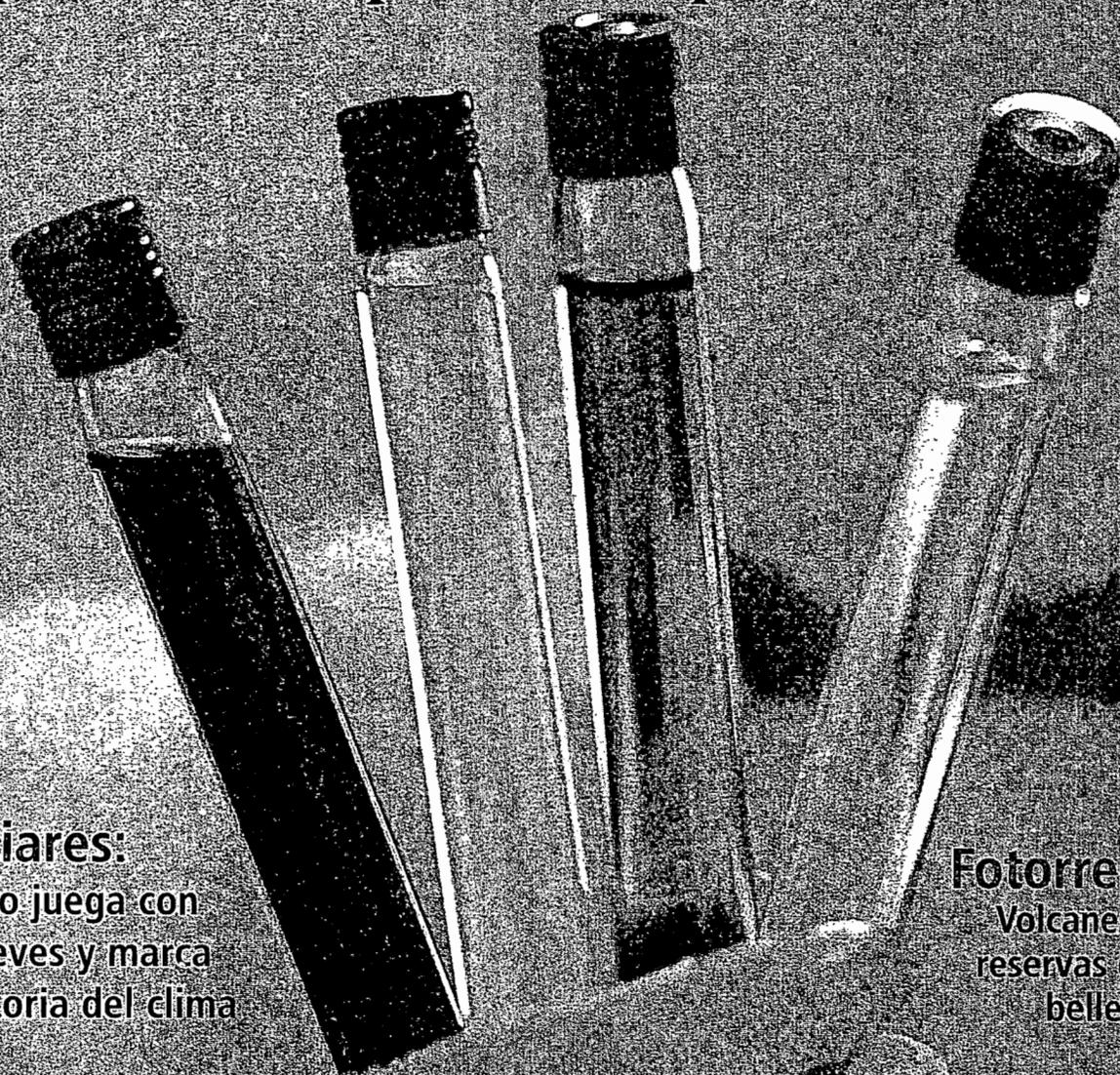
Las imágenes satelitales se utilizan para el análisis de los movimientos de masas de aire, como parte de los fenómenos climáticos.

Desafío

Revista de Divulgación de Ciencia y Tecnología de Ecuador

Especial

**Investigación biomédica:
conocimientos y soluciones
propios sobre las epidemias del país**



Glaciares:
El Niño juega con
las nieves y marca
la historia del clima

Fotorreportaje
Volcanes nevados:
reservas de agreste
belleza en foco