

## EL ECUADOR AL CRUCE DE VARIAS INFLUENCIAS CLIMÁTICAS. UNA SITUACIÓN ESTRATÉGICA PARA EL ESTUDIO DEL FENÓMENO EL NIÑO

Pierre POURRUT \* , Gustavo GÓMEZ \*\*

### Resumen

Pese a disponer de tecnologías informáticas y de observación del planeta con un elevado grado de precisión y confiabilidad para registrar en tiempo real la rapidez de los aspectos evolutivos del fenómeno (principalmente oceanográficos y climáticos), no cabe duda de que no han sido efectivos los esfuerzos de la comunidad internacional para establecer y calibrar un modelo universal que funcione en todos los casos de un El Niño  $\lambda$ .

El criterio propuesto por los autores es que los estudios sobre El Niño no pueden limitarse exclusivamente a la interacción entre grandes espacios oceánicos y estratos atmosféricos, y que existe la necesidad absoluta de estudiar *in situ* los aspectos dinámicos de la presencia de El Niño en la región central del continente suramericano. Tratamos de múltiples aportes a la vez: sociales, humanos y de carácter científico.

**Palabras claves:** *Modelo, interacción océano-atmósfera, observación satelital, estudios in situ, Ecuador, El Niño 1982-1983, equipos pluridisciplinarios, TSM, ENSO, ZCIT.*

### L'ÉQUATEUR, POINT DE RENCONTRE DE PLUSIEURS INFLUENCES CLIMATIQUES. UNE SITUATION STRATÉGIQUE POUR L'ÉTUDE DU PHÉNOMÈNE EL NIÑO

### Résumé

Malgré les techniques informatiques et d'observation de la planète qui permettent de suivre en temps réel, avec un haut degré de précision et de confiance, les aspects évolutifs extrêmement rapides du phénomène (essentiellement océaniques et atmosphériques), il faut bien constater que les efforts de la communauté internationale pour établir et caler un modèle universel qui réponde à tous les cas d'un El Niño  $\lambda$  sont encore restés stériles.

Les auteurs considèrent que les études ne doivent pas se cantonner exclusivement au domaine de l'interaction entre les grands espaces océaniques et l'atmosphère et qu'il est important d'essayer d'appréhender *in situ* les paramètres dynamiques qui accompagnent la progression de El Niño dans la zone centrale du continent sud-américain. L'argumentaire traite tout à la fois de multiples aspects : sociaux, humains et à caractère scientifique.

---

\* IRD (ex-ORSTOM), Route de Tosse, Le vieux Claquet - 40 230 Saint Vincent de Tyrosse, France. Telef.: 05 58 77 27 68. E-Mail: Pierre.Pourrut@wanadoo.fr

\*\* Gustavo Gómez, INAMHI, Iñaquito 700 y Corea, Tel 433-936 Quito Ecuador. E-Mail: inamhil@ecnet.ec

**Mots-clés :** *Modèle, interaction océan-atmosphère, observation par satellite, études in situ, Équateur, El Niño 1982-1983, équipes pluridisciplinaires, TSM, ENSO, ZCIT.*

## ECUADOR AT THE CROSS ROAD OF SEVERAL CLIMATIC INFLUENCES. AN STRATEGIC SITUATION TO STUDY EL NIÑO

### Abstract

In spite of having access to computer technologies and planetary observation systems with a high degree of accuracy and reliability to register in real time the celerity of the evolution of the phenomena (mainly oceanographic and climatic) all international efforts to design and calibrate an universal  $\lambda$  El Niño model have not been successful yet.

The proposed criteria is that studies on El Niño cannot be bounded to the ocean-atmosphere interactions but to the *in situ* survey of dynamic aspects that come together with El Niño to the South American Continent in its central part. All in favor of this criteria examining the various aspects related to the impacts both from the social and human type and others of scientific nature.

**Key words:** *Model, ocean-atmosphere interaction, satellite observations, in situ studies, Ecuador, El Niño 1982-1983, interdisciplinary teams, SST, ENSO, ICTZ.*

### INTRODUCCIÓN

El Niño ya no es un fenómeno por debatir entre un puñado de estudiosos altamente especializados. Lo conoce el gran público y, con sobrada razón, este evento adquiere cada día más una triste celebridad. Un ejemplo entre otros: resultó inesperado e impactante encontrar en la revista francesa *Le Nouvel Observateur* del 24 de septiembre de 1997, un artículo titulado "El Niño hace temblar la Bolsa de Valores". El mencionado artículo señalaba que El Niño no era sólo una pura amenaza sino más bien una realidad y que sus efectos ya se hacían sentir en Indonesia, donde la drástica sequía era responsable de incendios en 800 000 hectáreas de bosque y, en California, región afectada por la tormenta tropical *Linda*, cuya intensidad había alcanzado niveles hasta entonces desconocidos en esta área del Pacífico. Por lo que, en Wall Street, los llamados *golden boys* empezaban a seguir con un interés creciente los noticieros meteorológicos... y en previsión de un El Niño que podría situarse entre los más fuertes del siglo, los *futures* sobre el café y el cacao alcanzaban su nivel máximo. ¡Los bolsistas anticipan ya un reventón bursátil debido a El Niño para la cosecha de 1998!

### 1. ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DEL ENFOQUE DE LOS ESTUDIOS FUTUROS SOBRE EL NIÑO

Pese a distintas tentativas de explicación respecto a algunas contradicciones entre científicos, no cabe duda de que El Niño del año presente no hace más que confirmar la incertidumbre en relación con las leyes que rigen el nacimiento y la evolución de este fenómeno en general, quedando en gran parte desconocidos el por qué de su nacimiento, el papel respectivo de los distintos índices de previsión necesarios para anticipar una fecha de ocurrencia, y la magnitud de su desarrollo futuro. Todo ello atestigua que no han sido aún suficientemente efectivos los esfuerzos del decenio pasado, a pesar de la movilización de enormes medios económicos y del despliegue de

un gran número de científicos pertenecientes a múltiples programas de estudios nacionales e internacionales. Ello da la impresión de que todavía hace falta algún elemento clave para entender las relaciones de causalidad que articulan entre sí los distintos factores condicionantes identificados en la bisagra océano-atmósfera. Y parece que queda aún por recorrer un tramo (¿será largo o corto el camino?), antes de que se asigne a cada variable su función verdadera en el equilibrio termodinámico del globo terráqueo, condiciones todas ellas imprescindibles para realizar el sueño de establecer y calibrar un modelo universal, que funcione en todos los casos y responda un ciento por ciento a cualquier El Niño  $\lambda$ .

Sin embargo, el contexto general de las investigaciones ha cambiado radicalmente estos últimos años. El alto grado de precisión y confiabilidad alcanzado por las técnicas de observación del planeta, así como la facilidad de acceso a dicha información a través de Internet y otras redes electrónicas de comunicación, para no hablar de la facilidad de procesamiento y análisis de los datos mediante los sofisticados *softwares* disponibles, configuran un conjunto de posibilidades que habrían parecido fantasía a un investigador no de hace 20 ó 30 años, sino del decenio pasado.

Ahora bien, dada la naturaleza de El Niño y a la rapidez evolutiva que caracteriza el inicio del evento, así como su “aborto” inesperado, la mejor vía para resolver los enigmas que plantea y calibrar el modelo explicativo consiguiente, pasa por un conocimiento cabal y simultáneo, en tiempo real y en las áreas más extensas del planeta—los océanos, la atmósfera, los continentes—de todos los procesos dinámicos que de una u otra manera, y en diferente medida, afectan las múltiples variables meteorológicas, oceanográficas u otras, identificadas como índices o factores responsables. Proyectándose hacia un futuro muy cercano, es indudable que la tecnología satelital moderna ofrecerá aceleradamente nuevas posibilidades aún más versátiles, sobre todo para estudiar los cambios en eventos evolutivos que abarcan dilatadas áreas. En otras palabras, el uso de la herramienta descrita en el párrafo anterior parece reunir todas las condiciones requeridas para el estudio de El Niño y aparenta ser el método más idóneo para develar las incógnitas.

Es verdad que un panorama como el descrito, con todos los avances y ayudas tecnológicas que comprende, puede suscitar en los científicos que trabajan en este campo incertidumbre sobre sus estudios y hallazgos anteriores, incluso la tentación de considerarlos obsoletos, y de incurrir en la injustificada generalización de poner en duda la validez de toda la información recogida y de la hipótesis sustentadas en ella. Es también muy preocupante el peligro de pasarse de la raya y de poner en duda la factibilidad y validez de la información y de los resultados obtenidos con métodos de adquisición y estudios tradicionales considerados, hasta hace pocos años atrás, como indispensables.

Es verdad que todo lo anterior responde a un afán de optimizar las investigaciones y armonizar los métodos con miras a estudiar mejor El Niño. Pasa igual respecto de los lugares más apropiados (sean ellos un país, una región o una mera estación de medición), para proseguir con la recolección de información básica. No cabe duda de que, en la actualidad, existe cierta tendencia a otorgar prioridad a los muestreos destinados a calibrar las variables investigadas por satélite (efectuados en estaciones fijas o móviles), dejando un poco a un lado las observaciones de tipo clásico y tradicional (en estaciones meteorológicas con registros de duración diversa, por ejemplo).

Sean cual sean los criterios (*escuela tradicional o tendencia moderna*), respecto a estas acotaciones, los estudios sobre El Niño no pueden, a nuestro juicio, limitarse exclusivamente a los grandes espacios oceánicos y a los estratos atmosféricos que con ellos interactúan. Si es cierto que de allá saldrá probablemente la verdad sobre su génesis y factores de desarrollo, consideramos que debe agregarse otra dimensión. Dicha dimensión se refiere a **la necesidad absoluta de estudiar *in situ* los aspectos dinámicos de la presencia de El Niño en el continente suramericano**, en especial en la región central, consideración que conlleva aspectos múltiples vinculados con la diversidad de los impactos, unos relacionados con los aspectos sociales y humanos y otros con carácter científico.

Nuestra propuesta se apoya en la argumentación expuesta a continuación y, más adelante, en la presentación de algunos rasgos de los climas del Ecuador con especial énfasis en los aspectos relacionados con El Niño.

**El impacto social y económico** de un El Niño de gran amplitud es tan grande y duradero que, en complementación de los estudios generales efectuados a nivel del planeta, es imperativo que los países más directamente afectados puedan contar con un sistema local de previsión del fenómeno. No es señal de desconfianza con respecto de las investigaciones globales, pero es imperativo tomar un máximo de precauciones, especialmente en Ecuador, donde tanto se ha sufrido por las pérdidas en vidas humanas, destrucción de infraestructuras civiles o agrícolas, disminución del PBI, etcétera. Y la experiencia igual lo dice: algunas observaciones estrictamente locales pueden ser los índices más tempranos de previsión.

**Desde el punto de vista científico**, son varias las razones que obligan a proseguir e incluso ampliar los estudios en la región equinoccial del este del océano Pacífico.

a) Se trata evidentemente de la región que recibe el impacto del fenómeno en toda su magnitud, registrándose los valores más elevados de la mayoría de los parámetros significativos, tanto de tipo climático como oceanográfico. Ahí están ubicadas las zonas marítimas identificadas como de particular importancia para el estudio del fenómeno: unidad geográfica Niño- $\lambda$  (80-90° W y 0-5° S), que corresponde al golfo de Guayaquil e Islas Galápagos, ambas esenciales para el registro de las variables principales: variaciones de las temperaturas del aire y de las TSM, fluctuaciones del nivel del océano, cambios en la dirección y fuerza de los vientos, modificaciones en la composición del plancton, etcétera.

b) Por otra parte, un gran número de estudios básicos ha sido ya desarrollado en todos los campos relacionados con los efectos de El Niño: inventarios biológicos, tratamientos estadísticos de toda índole, etcétera. Constituyen referencias invaluable debido a la larga duración de algunas series de observación, como en el caso del campo climático donde algunos registros pluviométricos pasan o son muy cercanos de los 100 años. Ya que la validez de la referencia estadística depende de la duración de las series observadas, es obvio que las mediciones no pueden interrumpirse.

También es el caso, en lo referente al ámbito de la biología, de los centenarios trabajos que dieron lugar a la teoría de la evolución de las especies, desarrollada en las islas Galápagos y de la permanencia de varios equipos interdisciplinarios y multinacionales en la Estación Charles Darwin. Las referencias existentes han permitido

evaluar en su grado exacto algunos impactos de El Niño 1982-1983: por un lado las poblaciones de focas e iguanas marinas disminuyeron sustancialmente, mientras que por otro lado prosperaron como nunca los pinzones.

c) Aún falta mucho, sin embargo, para conocer mejor los climas del Ecuador, país andino, amazónico y ribereño del océano Pacífico, tierra de contrastes climáticos donde se encuentran contrapuestos a escasas distancias zonas cálidas y zonas frías, regiones húmedas y regiones casi desérticas, situación que responde al cruce de varias influencias climáticas de orden regional y local.

A decir verdad, el planteamiento de los mecanismos de interacción entre las distintas influencias de origen climático tiene ya un enfoque un poco anticuado. Básicamente, los grandes sistemas de circulación atmosférica (una meridiana y otra zonal), ponen en juego importantes masas de aire con características de temperatura y humedad que dependen de su lugar de procedencia (papel del océano y de las distintas corrientes marítimas). Su presencia obedece esencialmente al desplazamiento periódico de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), de la que depende su impacto climático habitual. No obstante, su acción se ve profundamente modificada por otros factores determinantes, como el relieve, la altura y el papel de pantalla que desempeña la Cordillera de los Andes, que condicionan la existencia de regiones naturales muy autónomas. Además, la influencia de las masas de aire regional se ve episódicamente alterada cuando la circulación zonal experimenta cambios anormales y cuando la ZCIT ocupa posiciones anómalas, muy al norte, lo que se traduce en sequías, o muy al sur, que acarrea un fuerte incremento de las precipitaciones (El Niño).

Respecto a este planteamiento, falta por actualizar el conocimiento de los mecanismos que, en el ámbito local, influyen sobre la distribución de algunos parámetros climáticos. Por ejemplo, sobre el por qué del desarrollo de las condiciones convectivas locales que, en la Sierra, definen una distribución (aparentemente aleatoria) de las precipitaciones subsiguientes a El Niño.

d) Algún día será también necesario renovar algunos conceptos y tomar nuevos rumbos de estudio, quizás para calibrar mejor los modelos. Algunas direcciones implícitas han sido arriba indicadas pero muchas otras todavía quedan, por ejemplo un estudio más detallado de las condiciones que rigen el movimiento del Frente Ecuatorial (FE), cuyo papel podría ser mayor que una simple frontera térmica empujada hacia el sur durante el ENSO. Sin que fuese todavía muy significativo, algunas TSM, medidas en el norte de Chile, muestran una variación que indicaría que la corriente de Humboldt podría tener un papel más importante del que se le atribuye por ahora (¿sería un factor más activo?, ¿quizás en relación con las fluctuaciones climáticas de la Antártida?). De ser el caso, una base de operaciones estaría muy bien ubicada en el Archipiélago de Colón.

## 2. BINOMIO CLIMA-EL NIÑO E IMPACTO EN ECUADOR

Todo lo anterior constituye la argumentación global, respecto de la necesidad absoluta de seguir, fortalecer y ampliar los estudios que permitirían evaluar mejor los aspectos dinámicos que acompañan la presencia de El Niño en el continente Suramericano y en el Ecuador. Respecto a este país, se pueden aportar más detalles con el apoyo de dos mapas: el primero, que revela la gran diversidad de los climas, y el segundo que muestra la magnitud de los estragos de El Niño 1982-1983, en cada zona climática (Fig. 1 y 2).

El clima en el Ecuador está condicionado por dos factores principales: la *circulación atmosférica general* y las *masas de aire locales* que resultan del relieve. Es conocida adicionalmente la intervención de las *corrientes oceánicas*, que desempeñan un papel muy importante en la zona litoral. En el ámbito del primero de los factores, en un párrafo precedente fue ya descrita la influencia de la ZCIT. El segundo factor está definido por cuatro tipos de masas de aire: *aire caliente de origen oceánico*, que se desplaza hacia el continente y al llegar a las estribaciones de la Cordillera Occidental, sube por convección y sufre enfriamiento adiabático, se condensa y origina precipitaciones, inclusive parte de ellas pasan a la región interandina; *masas de aire caliente de origen continental* que se localizan en la región amazónica y por similar proceso al anterior, descargan su humedad en la vertiente este de la Cordillera Oriental y a veces en la región interandina; *masas de aire templado* situadas sobre los Andes, entre los 2000 y 3000 msnm; y, *masas de aire frío*, que se localizan en las cumbres de los principales volcanes.

Toda la costa ecuatoriana, y en especial la península de Santa Elena, están influenciadas por las *corrientes oceánicas*, principalmente la corriente fría de Humboldt que se aproxima a la costa entre los meses de mayo y octubre, con humedad pero sin provocar fuertes precipitaciones, en forma de neblina y llovizna (garúa). En sentido contrario se forma una contracorriente ecuatorial que alcanza la costa ecuatoriana entre diciembre y abril, llevando vientos oceánicos calientes y húmedos que ocasionan la formación de tormentas, aumentando la temperatura del aire. La invasión agresiva de aguas calientes que ocurre con alguna periodicidad y puede alcanzar el centro y norte de Chile, por desarrollarse en diciembre, se denomina El Niño, y provoca grandes precipitaciones en el litoral ecuatoriano.

La diversidad de los climas ecuatorianos se explica, consecuentemente, por el desplazamiento periódico del frente intertropical, la mezcla de las masas de aire locales, entre sí o con aquellas que proceden de los anticiclones y la influencia de las corrientes oceánicas.

La costa del Ecuador está dividida en 5 clases de clima: *tropical megatérmico semi-árido*, con un clima semidesértico con precipitaciones inferiores a 500 mm y que corresponde a la costa sur, la península de Santa Elena, la zona de Manta y el litoral de las islas Galápagos; *tropical megatérmico seco*, cuya pluviometría anual fluctúa entre 500 y 1000 mm, y se caracteriza por un verano muy seco y se ubica al este de la precedente en una faja de 60 km de ancho entre las latitudes 0° y 4° 30' Sur; *tropical megatérmico semi-húmedo*, con totales pluviométricos entre 1000 y 2000 mm, verano seco, que afecta una faja de 80 km de ancho, desde la costa norte hasta el Golfo de Guayaquil; *tropical megatérmico húmedo*, que corresponde a la vertiente oeste de la cordillera occidental, con precipitaciones superiores a los 2000 mm y fluctuantes hasta los 5000 mm; y, *megatérmico lluvioso*, caracterizado por precipitaciones elevadas, superiores a los 3000 mm, y que pueden llegar hasta los 6000 mm, clima que se presenta en el extremo de la costa norte. El mapa 1 permite apreciar la distribución de los regímenes hidrológicos correspondientes.

En el mapa de la Fig. 1 se observan los estragos causados por El Niño 1982-1983, en el litoral ecuatoriano y en las diferentes zonas climáticas: extensas áreas de *inundación permanente*, desde zonas secas hasta muy húmedas; áreas de *inundación*

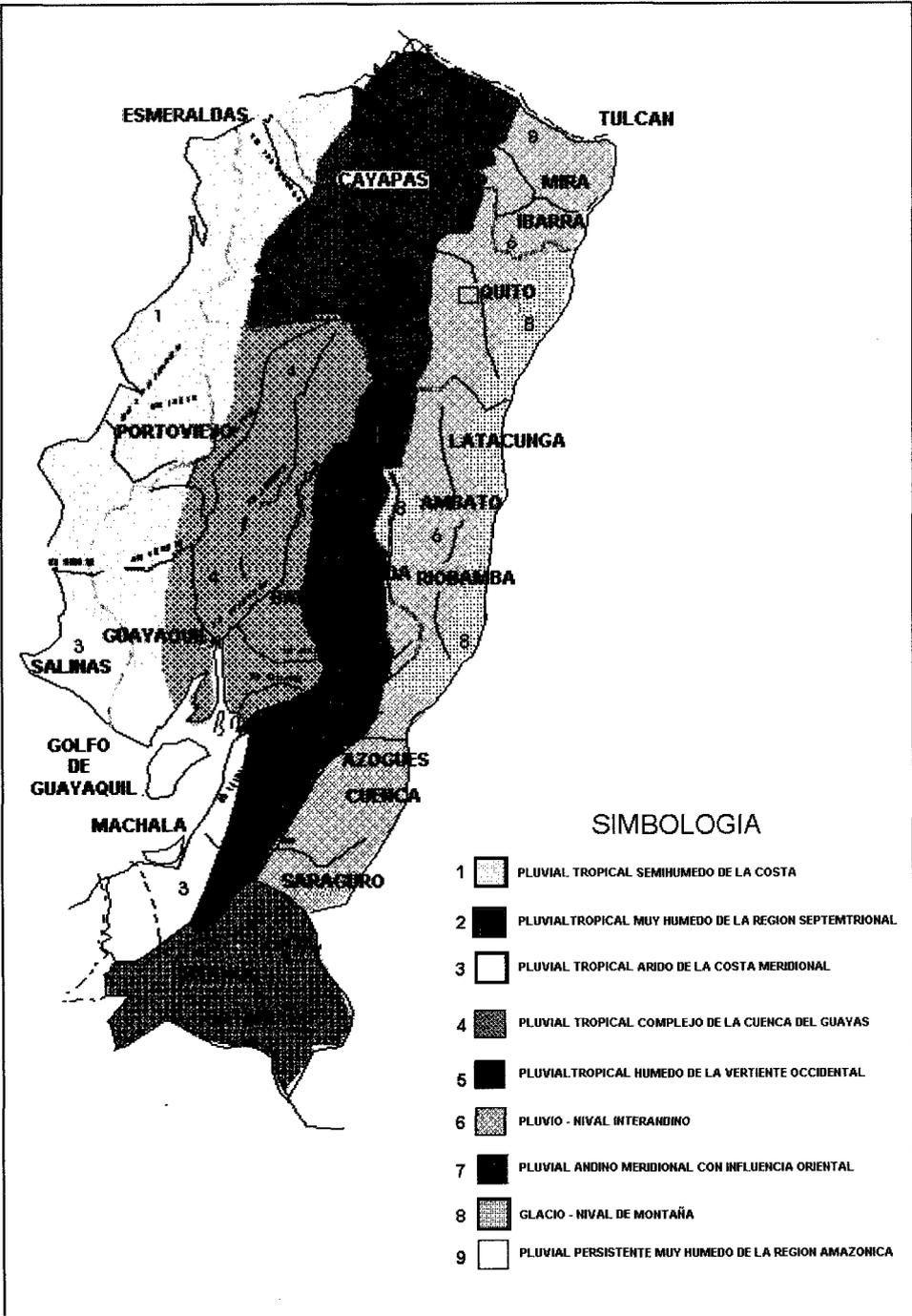


Fig. 1 - Regímenes hidrológicos del Ecuador.



Pierre Pourrut, Gustavo Gómez (ORSTOM - INAMHI)

**Fig. 2 - Impactos del ENSO 1982-1983 (Pierre Pourrut, Gustavo Gómez, ORSTOM-INAMHI).**

*frecuente*, igualmente desde las zonas secas del litoral y en casi todas las gamas climáticas húmedas; *movimientos en masa*, frecuentes y ocasionales, que provocan derrumbes, deslaves y coladas de lodo, así mismo, en todas las zonas climáticas del litoral; y, en la estribación oeste de la Cordillera Occidental de los Andes, grandes áreas de *erosión hídrica*, que provoca sedimentación de los cursos inferiores de los ríos, pérdida de capacidad portante y consecuentemente mayor riesgo de inundaciones.

Se han destacado también en el mapa los principales ejes viales del país, que se ven afectados directamente, por todas y cada una de las amenazas señaladas, incomunicando a casi toda la costa ecuatoriana.

Pese a su carácter aparentemente definitivo, resulta que si bien estos mapas permiten cuantificar los daños y circunscribir las áreas afectadas por el ENSO, queda todavía un sinnúmero de incógnitas respecto de la verdadera distribución geográfica de los impactos pluviométricos, inclusive en una zona teóricamente homogénea.

Esta reflexión toma aún más importancia cuanto más notoria es la presencia de El Niño en el interior, donde se dice comúnmente que su impacto es aleatorio, opinión que no hace más que reflejar el alto grado de desconocimiento actual de los parámetros, morfofísicos u otros, que hacen que El Niño, pese a tener aparentemente un fuerte impacto en tal estación meteorológica de la región interandina, no tiene ninguna influencia en otra estación ubicada a proximidad y supuestamente muy similar en cuanto a sus rasgos geográficos (altitud, orientación, etcétera).

Tratar de identificar los factores que, en un sitio determinado y en un momento dado del desarrollo de un ENSO, influyen en la génesis de las precipitaciones (por ejemplo en el aumento de la actividad convectiva), constituye una labor urgente. No sólo porque permitiría conocer mejor las características de nuestros climas, sino porque, si ocurriera un Niño fuerte, permitiría prever algunas situaciones de emergencia, en especial en toda la estribación externa de la Cordillera Occidental y en la Región Interandina.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, lo arriba expuesto **justifica plenamente que ECUADOR sea considerado como una base operacional imprescindible para seguir investigando los múltiples aspectos vinculados con la previsión de los impactos de El Niño.**

Para cumplir a cabalidad con tal propósito, se recomendaría:

***Determinar nuevos rumbos de investigación***, en estrecha colaboración con los demás programas internacionales. Al respecto, los estudios y tesis que se han desarrollado últimamente, presentados en este Seminario, podrían aportar valiosas bases de reflexión;

***Crear equipos científicos pluri-disciplinarios y multi-institucionales*** de profesionales e investigadores, con el apoyo de la cooperación internacional si fuese necesario;

***Incrementar la densidad de las distintas redes de observación;***

***Equipar las estaciones de medición*** con todo el instrumental moderno de obtención de datos, sistemas de comunicación electrónica, ambiente informático moderno;

***Buscar el financiamiento necesario.***

1998

# BULLETIN

de l'INSTITUT FRANÇAIS  
d'ÉTUDES ANDINES

Tome 27  
N° 3



*Variations climatiques et ressources en eau  
en Amérique du Sud: Importance et  
conséquences des événements  
El Niño*



COLOMBIE  
ÉQUATEUR  
PÉROU  
BOLIVIE

IRD

Institut de recherche  
pour le développement

CINQUANTENAIRE  
1948  
1998

IFEA