



Bulletin de l'Institut français d'études andines
ISSN: 0303-7495
secretariat@ifea.org.pe
Institut Français d'Études Andines
Organismo Internacional

Cáceres, Luis; Mejía, Raúl; Ontaneda, Gonzalo
Evidencias del cambio climático en Ecuador
Bulletin de l'Institut français d'études andines, vol. 27, núm. 3, 1998
Institut Français d'Études Andines
Lima, Organismo Internacional

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12627319>

- ▶ How to cite
- ▶ Complete issue
- ▶ More information about this article
- ▶ Journal's homepage in redalyc.org

EVIDENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ECUADOR

Luis CÁCERES *, Raúl MEJÍA *, Gonzalo ONTANEDA *

Resumen

Cada día es más evidente que el clima actual y futuro es y será el resultado de la variabilidad climática y del cambio climático. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en su Segundo Reporte de Evaluación (1995) señala que, a pesar de las incertidumbres científicas existentes, hay señales de una influencia perceptible de las actividades del hombre sobre el clima. La investigación realizada responde básicamente a la necesidad de evaluar si los cambios globales se manifiestan en Ecuador, y si los escenarios planteados para los estudios de cambio climático tienen una base coherente. El estudio ha sido llevado en 15 estaciones meteorológicas localizadas en las regiones litoral e interandina. Se consideraron los siguientes parámetros: Precipitación, Temperatura Media, Temperatura Máxima, y Temperatura Mínima. Con el fin de cuantificar de alguna manera el "Cambio", se conceptualizó a éste como la diferencia entre los valores inicial y final de la línea de tendencia. Los resultados obtenidos confirman las tendencias crecientes de la temperatura media anual, con mayor intensidad en la región interandina. Criterios definitivos sobre tendencias en la precipitación no se plantean, aunque las evidencias señalan un "no incremento". De filtrarse el evento "ENSO", la señal podría intensificarse en la región costanera especialmente. Las incertidumbres encontradas en la investigación no impiden reconocer la existencia de un "cambio", sea cual fuere su causa.

Palabras claves: Cambio climático, detección, precipitación, temperatura, ENSO, Ecuador.

ÉVIDENCES DE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ÉQUATEUR

Résumé

Il est chaque jour plus évident que le climat actuel et futur sera la résultante de la variabilité climatique et du changement climatique. Le groupe intergouvernemental d'experts sur le Changement Climatique (IPCC) a signalé, dans son second rapport d'évaluation (1995), que, malgré l'imprécision existante, il existait des signaux de l'influence des activités humaines sur le climat. La recherche que nous présentons s'efforce d'évaluer si les changements globaux se manifestent au niveau de l'Équateur et si les scénarios mis en place pour l'étude des changements climatiques s'y appliquent de manière cohérente. L'étude a été réalisée dans 15 stations météorologiques situées dans les régions côtières et interandines et prend en compte la précipitation, les températures moyennes, maximum et minimum. Pour mieux chiffrer le "Changement" on a calculé la différence entre la valeur initiale

* Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Iñaquito 700 y Corea, Quito-Ecuador
Telefax (5932) 456-728, e-mail: inamhil@ecnet.ec

et la valeur finale de la droite d'ajustement. Les résultats obtenus confirment une tendance à l'accroissement des températures supérieure à la moyenne mondiale dans la zone interandine. On n'a pas pu mettre en évidence une tendance nette pour les précipitations, bien qu'il semble y avoir une "non-croissance". Si l'on filtrait l'événement ENSO, cette tendance s'accentuerait, surtout sur la région côtière. L'imprécision que nous rencontrons n'empêche pas de reconnaître l'existence d'un changement, quelle qu'en soit la cause.

Mots-clés : *Changement climatique, détection, précipitation, température, ENSO, Equateur.*

CLIMATE CHANGE EVIDENCE IN ECUADOR

Abstract

It is evident nowadays that modern and future climate is and will be the result of a climatic variability and of climate changes. The Intergovernmental Panel of Experts on Climate Change (IPCC) in its Second Evaluation Report (1995) points out that even though available scientific uncertainties in evaluating, there exist signals of a noticeable influence of human activity over the climate. The research done is the response basically to the need of evaluating if global change manifests itself in Ecuador and if the presented scenarios to study Climate Change are coherent. The study was done over 15 meteorological stations located in the coastal region and the highlands. Parameter used were: Precipitation, Mean Temperature, Maximum Temperature, and Minimum Temperature. In order to somehow qualify the "Change", this was conceptualised as the difference between the initial and final values from the tendency line. Results obtained confirm increased tendency of the mean annual temperature with a greater increase in the highlands. Final criteria over precipitation tendencies are not attempted, even though evidences showed a "non-increasing" tendency. After filtering El Niño, the signal could be intensified in the coastal region mainly. Uncertainties found during the research do not prevent to recognise the existence of a "change" whatever causes they may be.

Key words: *Climate Change, Detection, Precipitation, Temperature, ENSO, Ecuador.*

1. ANTECEDENTES

En los últimos decenios se han destacado dos importantes factores sobre la relación entre el ser humano y el clima de la tierra.

En primer lugar, las actividades humanas (antropogénicas) incrementan las concentraciones de **gases de efecto invernadero** en la atmósfera (lo que tiende a calentarla) y en algunas regiones los **aerosoles** (que tienden a enfriarla). La acción conjunta de los aerosoles y de los GHG cambiará el clima global y regional.

En segundo término, algunas comunidades humanas resultan más vulnerables (grado en que el cambio climático es perjudicial o nocivo a un sistema) a riesgos como tormentas, inundaciones o sequías.

La comunidad científica internacional ha presentado evidencias del cambio climático a nivel global que han sido motivo de discusión y análisis. A niveles geográficos de menor magnitud, es decir regional o por países, los estudios relativos son bastante escasos.

En razón de lo expuesto, se planteó dentro del proyecto ECCCS la necesidad de investigar la existencia o no de evidencias de cambio climático en el Ecuador que corroboren o refuten las existentes a nivel mundial; y que por otro lado, permitan evaluar

los escenarios definidos para el Ecuador, en un contexto científico donde la dificultad para atribuir alguna variación climática al citado cambio climático o a la variabilidad propia del clima es inmensa.

2. OBJETIVOS

La investigación se realizó en búsqueda de los siguientes objetivos:

2. 1. Objetivo general

Contribuir al estudio del cambio climático en el Ecuador, estableciendo una base teórica-práctica, indispensable para la investigación y la detección del cambio climático.

2. 2. Objetivos específicos

Conceptualizar el cambio climático y los problemas e incertidumbres relativos a su detección y atribución.

Verificar la existencia de tendencias asociadas al Cambio Climático Global en las series climatológicas.

2. 3. Hipótesis de trabajo

Las evidencias del cambio climático en el Ecuador se reflejan en la existencia de tendencias crecientes en la temperatura, que son detectadas estadísticamente en las series temporales climatológicas.

3. DETECCIÓN Y ATRIBUCIÓN

El objetivo de los estudios de detección y atribución es distinguir entre las influencias antropogénicas y naturales. La detección del cambio es el proceso de mostrar, desde el punto de vista estadístico, que un cambio climático observado es muy raro o inusual, pero no da las razones ni las causas que pudieron originar el citado cambio.

Por otra parte, la atribución es el proceso de establecer las relaciones de causa y efecto, incluso la comprobación de las diversas hipótesis que se propongan.

La palabra "detección" se ha utilizado para aludir a la identificación de un cambio significativo en el clima, como podría ser una tendencia ascendente en la temperatura media mundial.

4. METODOLOGÍA

Atendiendo al número de elementos o variables que se consideren, se puede clasificar convenientemente los métodos de detección, que según este criterio son univariantes y multivariantes. En la presente investigación, al considerar la temperatura y la precipitación como parámetros de detección se utilizaron métodos de carácter multivariante.

Las series climatológicas utilizadas a nivel anual fueron filtradas, para lo cual se utilizó el procedimiento de suavización por medias móviles, el cual también es un método adecuado para estimar tendencias en series temporales.

Para los fines propuestos, este último aspecto no es suficiente por sí solo, es necesario además estimar una tendencia, verificar la existencia o no de las mismas; para lo cual se utilizaron los tests de Correlación Serial y de Spearman.

5. DETECCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ECUADOR

5. 1. Información utilizada

Considerando principalmente el número de años de registro, se seleccionó 14 estaciones que permitan realizar un adecuado tratamiento de la información con fines de la Detección del Cambio Climático, ubicadas 8 en la Región Interandina y 6 en la Región Litoral (Tabla 1). Lamentablemente en la Región Oriental, la toma de datos meteorológicos en forma sistemática y cuyos registros se encuentren disponibles, se inician en la década de los años 60.

5. 2. Resultados

Para los fines de la investigación se denomina “Cambio” a la diferencia entre los valores inicial y final de la línea de tendencia, en los diferentes gráficos que presentan la serie temporal original desde el inicio de las observaciones, las medias móviles de 5 períodos, es decir una serie suavizada o filtrada y la línea de tendencia.

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN (m)	PROVINCIA
TULCAN	00° 49' 00" N	77° 42' 00" W	2934	CARCHI
IBARRA	00° 20' 00" N	78° 06' 00" W	2214	IMBABURA
QUITO OBS.	00° 12' 40" S	78° 30' 00" W	2820	PICHINCHA
COTOPAXI	00° 37' 06" S	78° 34' 27" W	3551	COTOPAXI
MINITRAK				
AMBATO	01° 15' 09" S	78° 37' 33" W	2660	TUNGURAHUA
BAÑOS	01° 23' 33" S	78° 25' 12" W	1841	TUNGURAHUA
RIOBAMBA	01° 39' 29" S	78° 39' 38" W	2820	CHIMBORAZO
LOJA ARGELIA	04° 01' 50" S	79° 11' 58" W	2160	LOJA
PORTOVIEJO	01° 02' 26" S	80° 27' 34" W	32	MANABI
ANCON	02° 19' 36" S	80° 51' 30" W	4	GUAYAS
BABAHOYO	01° 47' 46" S	79° 28' 51" W	8	LOS RIOS
MILAGRO	02° 07' 08" S	79° 36' 01" W	13	GUAYAS
GUAYAQUIL	02° 09' 12" S	79° 53' 00" W	5	GUAYAS
MACHALA	03° 15' 50" S	79° 57' 40" W	4	EL ORO

Tabla 1 - Ubicación de Estaciones Meteorológicas utilizadas.

El análisis se efectúa por estación y por parámetro, para luego integrar los resultados por zonas, intentando determinar evidencias comunes para el país. También se presentan Tablas de resumen de los resultados de los tests de tendencia y de los valores de “Cambio” para las 14 estaciones meteorológicas utilizadas en la investigación (Tabla 2).

ESTACIÓN	VALOR DEL “CAMBIO”			
	TMEDIA	TMINIMA	TMAXIMA	PRECIPITACION %
QUITO	+1.5	2.4	1.3	-1.3
TULCAN	1.6	0.9	1.9	+9
IBARRA	1.6	1.2	1.1	-1.8
COTOPAXI	1.5	0.8	0.0	-15
AMBATO	0.5	2.8	2.3	-8
BAÑOS	1.0	2.3	0.0	18
RIOBAMBA	1.5	1.7	1.3	25
LOJA	0.7	1.3	1.3	24
PORTOVIEJO	0.5	0.8	1.0	-36
ANCON	0.1			-50
GUAYAQUIL	1.0	2.0	1.3	-37
MILAGRO	0.8	0.6	-0.2	-46
BABAHOYO	0.6	+0.2	+0.2	-2
MACHALA	0.8			-24

Tabla 2

5. 2. 1. Resultados por zonas

Inicialmente cabe analizar la situación geográfica de las 14 estaciones consideradas en la investigación. Es así que 6 estaciones (Portoviejo, Ancón, Babahoyo, Milagro, Guayaquil y Machala), están localizadas en la Región Litoral, bajo los condicionamientos que resultan de la influencia del mar en todo su contexto y por ende de la ocurrencia de eventos ENSO, es decir de efectos de corta y gran escala temporal y espacial. Con la excepción de la estación de Ancón, las demás se encuentran en áreas urbanas y acarrean los impactos propios del crecimiento, urbanización e industrialización.

Las 8 estaciones restantes se encuentran en la Región Interandina (Tulcán, Ibarra, Quito, Cotopaxi, Ambato, Baños, Riobamba y Loja); la mayoría están entre los 2000 y 3000 metros de altitud, a excepción de Baños (1841 m) y Cotopaxi (3551 m); en este caso no reciben directamente los efectos de tipo local del mar. La mayoría de estaciones, a excepción de Cotopaxi, están influenciadas por el aporte local del “efecto urbano”.

Es factible entonces, para fines del análisis, definir las siguientes zonas básicas:

Zona rural marina (ZRM) representada por Ancón.

Zona urbana marina (ZUM) con las restantes estaciones del Litoral, se considera la más representativa a Guayaquil.

Zona rural de altura (ZRA), representada por Cotopaxi.

Zona urbana de altura (ZUA) con las restantes estaciones de la Región Interandina, se considera la más representativa a Quito Observatorio.

ZONA RURAL MARINA. Por los resultados obtenidos, parecería que la influencia de efectos locales y de gran escala temporal y espacial del mar es predominante. El cambio de signo en la tendencia de la temperatura media ocurrida a partir de mediados de los años setenta debe ser analizado con más detalle y será recomendable estudiar el desarrollo socioeconómico de la zona, para poder evaluar la validez de los resultados obtenidos. En el caso de la precipitación, la tendencia decreciente debe también ser investigada con más detalle a nivel estacional, pues probablemente un filtrado de la influencia ENSO podría intensificar la señal tratando de encontrar respuestas a efectos de largo plazo (Fig. 1).

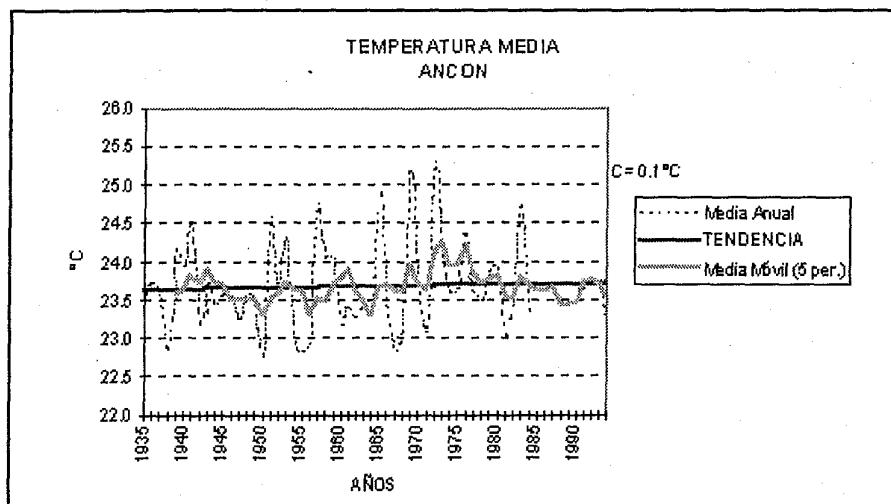


Fig 1

ZONA URBANA MARINA. Respondiendo fuertemente a efectos de eventos ENSO, presenta una concordancia en las tendencias crecientes en la temperatura media, mínimas absolutas, máximas absolutas y negativa en la precipitación, variando únicamente en el valor de cambio que podría explicarse parcialmente por la magnitud del efecto urbano en cada una de las localidades.

El valor "cambio" en el caso de la temperatura media varía entre $0,5^{\circ}\text{C}$ y $1,0^{\circ}\text{C}$; en las temperaturas mínimas absolutas, entre $0,2^{\circ}\text{C}$ y $2,0^{\circ}\text{C}$; en las temperaturas máximas absolutas entre $-0,2^{\circ}\text{C}$ (única estación que reporta una valor de cambio negativo) y $1,3^{\circ}\text{C}$; y en la precipitación entre el 2% y el 46% de decremento (Fig. 2, 3).

ZONA RURAL DE ALTURA. Esta zona caracterizada por la estación de Cotopaxi-Minitrak, es la que llama mayor atención por sus resultados bastante coherentes y persistentes, en términos de temperatura media con un valor de cambio de

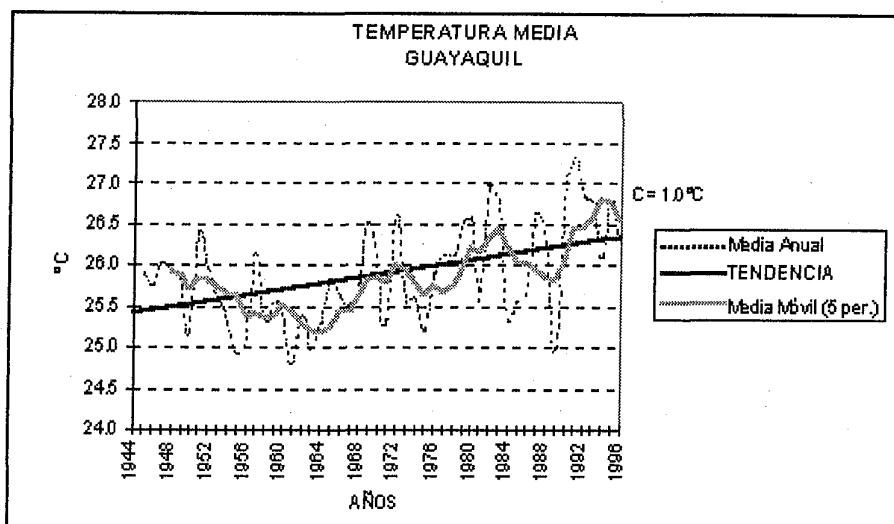


Fig. 2

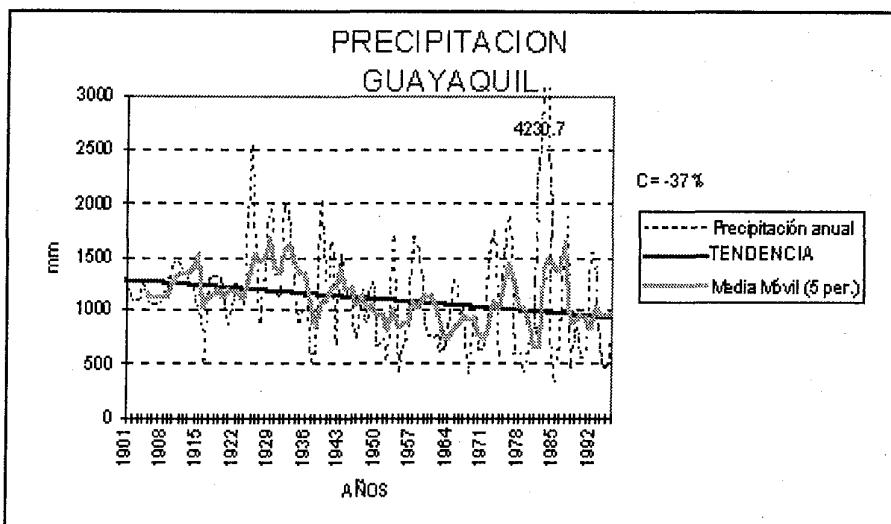


Fig. 3

1,5°C y de temperatura mínima absoluta de 0,8°C; en el caso de la temperatura máxima absoluta, el cambio es nulo. La señal para la precipitación es menos clara a pesar de su inclinación negativa en el largo plazo y de su probable respuesta retardada a los eventos ENSO (Fig. 4, 5).

Al no tener efectos urbanos importantes, los resultados podrían relacionarse con influencias temporales y espaciales de gran escala o quizás del propio comportamiento del microclima de un glaciar.

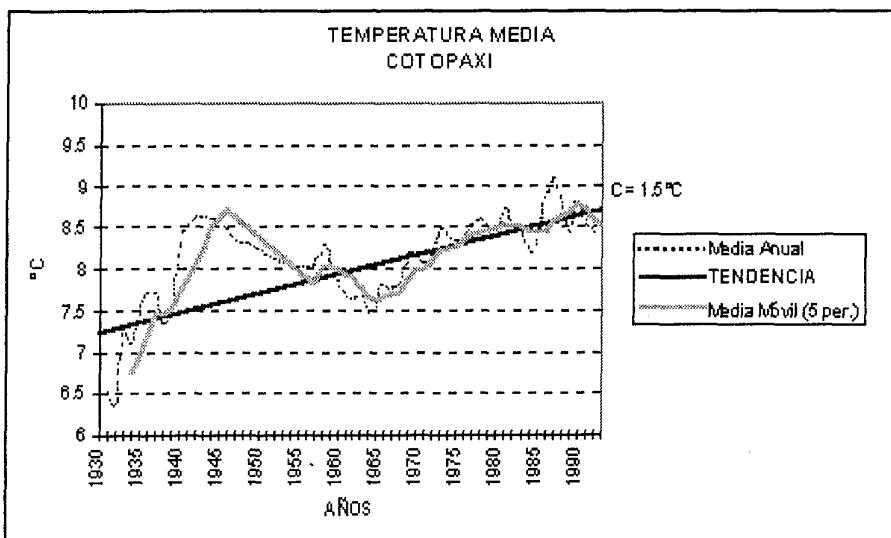


Fig. 4

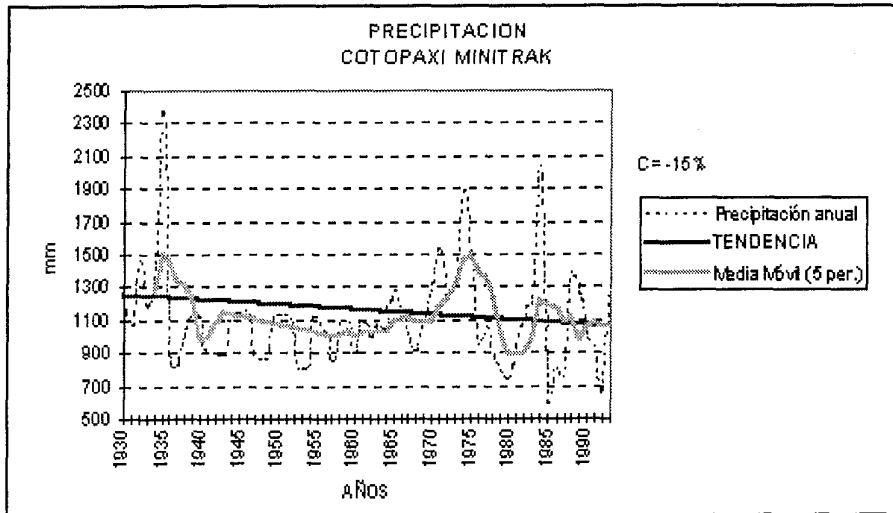


Fig. 5

ZONA URBANA DE ALTURA. La tendencia creciente es bien marcada en el caso de la temperatura media y es de mayor intensidad que en las zonas costeras.

El valor de cambio de la TM oscila entre $0,5^{\circ}\text{C}$ y $1,6^{\circ}\text{C}$; se debe resaltar que en la parte norte de la Región Interandina (Tulcán, Ibarra y Quito), así como en la parte central (Riobamba), los valores de cambio son considerables ($1,5$ - $1,6^{\circ}\text{C}$) (Fig. 6, 7).

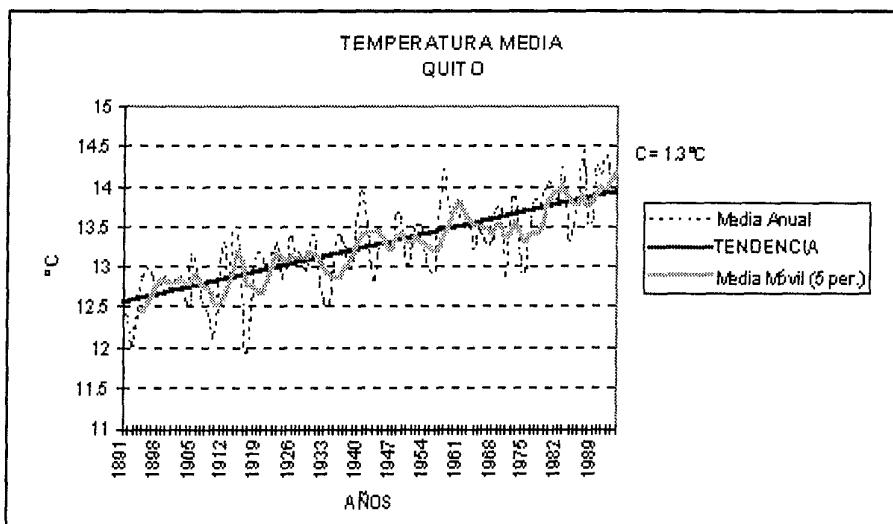


Fig. 6

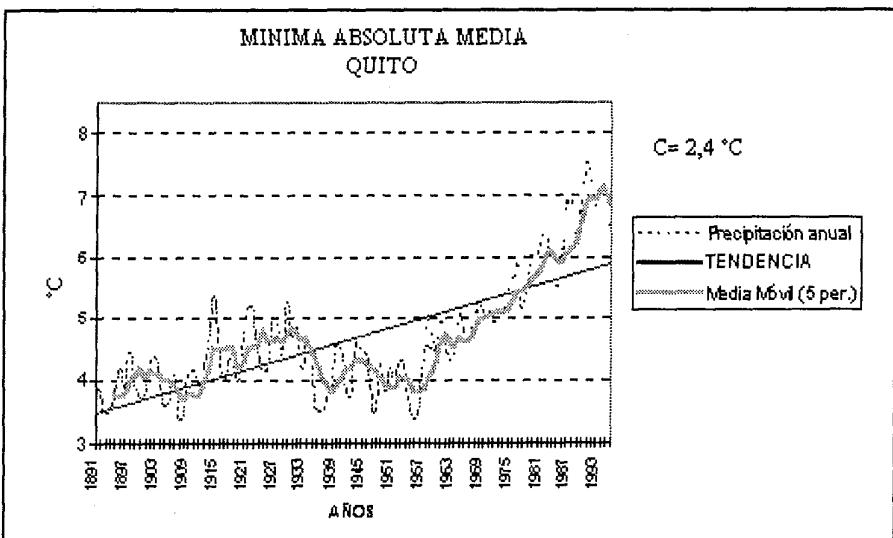


Fig. 7

Mientras que las temperaturas mínimas absolutas presentan valores de cambio comprendidos entre $0,9^{\circ}\text{C}$ y $2,8^{\circ}\text{C}$, las temperaturas máximas absolutas registran valores de cambio de $0,0^{\circ}\text{C}$ a $2,3^{\circ}\text{C}$.

En el caso de la precipitación la parte central y sur de la Región (Baños, Riobamba y Loja), se observa una tendencia creciente que oscila entre 18% y 25%. En la zona centro-norte, en cambio, se presenta una variación entre 9% y -18%.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El problema de la atribución de los cambios encontrados a un determinado efecto, es por el momento difícil de definir, tanto a nivel global y con mucha más razón, a nivel regional y local.

El estudio de la evolución del desarrollo socioeconómico de cada una de las zonas analizadas, posibilitará un esclarecimiento del problema de la atribución.

El ruido existente en las series temporales climatológicas, debido a otras causas que no sea la intensificación del efecto invernadero, también es difícil de identificar.

En términos generales la hipótesis de trabajo planteada se confirma con los resultados de la investigación, específicamente al detectarse tendencias crecientes con el tiempo tanto en la temperatura media como en las temperaturas extremas en todo el país.

La tendencia de la precipitación con el tiempo es bastante irregular, con una mayor inclinación hacia la disminución, en especial en la Región Litoral. De filtrarse el efecto ENSO, la señal podría ser más perceptible.

La temperatura media presenta un valor de "cambio" de 0.5°C - 1.6°C en la Zona Urbana de Altura y de 1.5°C en la Zona Rural de Altura es de 1.5°C . Estos indicadores son superiores a los detectados a nivel global. Este aspecto debe ser analizado con mayor profundidad, considerando adicionalmente otros aspectos que pueden generar ruido en las series.

La zona urbana marina indica un cambio permanente en el tiempo de la temperatura y oscila entre $0,5^{\circ}\text{C}$ y $1,0^{\circ}\text{C}$, valores que se acercan mucho más a las estimaciones a nivel mundial.

La zona rural marina es la única que no presenta una señal fuerte de un "cambio" positivo de la temperatura. Se considera que se deberá investigar lo que sucede en otras localidades no estudiadas y que tienen similares características.

Las temperaturas mínimas y máximas absolutas tienden a ser cada vez más altas, lo que evidencia un posible cambio.

La tendencia positiva en los valores de la temperatura mínima absoluta es más evidente en la Región Interandina que en la Región Costanera.

Los incrementos más significativos, tanto de temperatura mínima absoluta como de temperatura máxima absoluta, se producen en la estación de Ambato.

Los cambios en la temperatura máxima absoluta por lo general son de mayor intensidad en la Región Interandina que en la Región Litoral.

Los mayores incrementos en la Región Litoral, tanto en temperatura máxima absoluta como mínima absoluta, se registran en la estación de Guayaquil.

Los resultados se inscriben íntegramente dentro del ámbito del cambio climático.

Las incertidumbres encontradas en la investigación no impiden reconocer la existencia de un "cambio", sea cual fuere su causa.

Es necesario continuar con estudios e investigaciones relativas a la detección del cambio climático.