

Análisis de eventos extremos de precipitación en Ecuador en el periodo 1965-2013

César Augusto Quishpe Vásquez

Resumen

El Ecuador es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático. Los eventos periódicos de El Niño, especialmente aquellos ocurridos en 1982-1983 y 1997-1998, han demostrado la vulnerabilidad ante fenómenos extremos de este país. Se espera que el aumento de temperatura, sequías e inundaciones recurrentes, derretimiento de glaciares y una intensificación y variación de los patrones de precipitación, tengan un amplio espectro de impactos en el país. Las precipitaciones extremas representan, en particular, uno de los peligros naturales climáticos más importantes (Vargas y Núñez, 1989, 1990; Núñez y Vargas, 1998).

En este trabajo se aborda el análisis de los eventos extremos de precipitación en Ecuador en el periodo 1965-2013 con el objetivo de caracterizar sus valores umbrales, variabilidad y tendencias en el área de estudio. Los resultados derivados de este estudio pueden aportar una valiosa información sobre los potenciales riesgos a los que se enfrenta el país y ocurrencia de fenómenos extremos.

Se ha trabajado con los datos de precipitación registrados en 14 estaciones meteorológicas en Ecuador. La base de datos, proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) de Ecuador, dispone de la información correspondiente a valores diarios de precipitación en el periodo comprendido entre los años 1965 y 2013. La Figura 2 muestra la ubicación de las estaciones utilizadas y, como puede comprobarse, su distribución dentro de la zona de estudio cubre las diferentes zonas climáticas comentadas en la sección anterior.

El primer paso en el tratamiento de la base de datos, consistió en realizar un control de calidad de la información entregada por el INAMHI. Se ordenó toda la base de datos, separando la información correspondiente a cada estación, a continuación se observó ausencia de datos en algunas estaciones por lo cual fue necesario recortar el número de años de todas estaciones con el fin de tener un periodo continuo de datos en un periodo homogéneo.

Una vez ordenada la información correspondiente a cada estación, se procedió a estimar el porcentaje de datos faltantes de cada estación, estableciéndose la condición de trabajar solo con estaciones que cubrieran el periodo desde 1965 al 2013 con información completa en al menos un 90%.

Para estudiar los extremos de precipitación se ha utilizado el software desarrollado y recomendado en el marco del proyecto *Statistical and Regional dynamical Downscaling of Extremes for European regions* (STARDEX).

El proyecto STARDEX fue financiado por Comisión Europea bajo el 5º Programa Marco, para comparar rigurosa y sistemáticamente los cambios en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos futuros en comparación con los actuales. En STARDEX se proponen 57 índices de eventos extremos (24 para temperatura y 33 para precipitación), tanto en base estacional como anual.

El primer paso en el análisis fue seleccionar los índices entre el conjunto de índices extremos definidos en STARDEX, que proporcionen información adecuada sobre la intensidad y duración de los eventos extremos de precipitación en Ecuador durante el periodo 1965-2013.

Los índices seleccionados son:

- Promedio de precipitación
- Percentil 90 de días húmedos
- Percentil 95 de días húmedos
- Máximo de precipitación para 5 días consecutivos
- Máximo de días secos consecutivos
- Máximo de días húmedos consecutivos
- Eventos precipitación extrema (% de eventos en donde la precipitación es mayor al percentil 90 de días húmedos)

Los periodos estacionales y anual considerados en este trabajo para calcular el promedio de los índices son DEF (diciembre – enero – febrero), MAM (marzo – abril – mayo), JJA (junio – julio – agosto), SON (septiembre- octubre- noviembre) y periodo anual.

Para indicar si esta tendencia es positiva (triángulo con el vértice hacia arriba en rojo) o negativa (triángulo con el vértice hacia abajo en azul), la correspondiente a la Tabla 4 en lo relativo al nivel de significación (diferente relleno de los triángulos) y la de la Tabla 5 para señalar a qué categoría corresponde la tendencia (diferente tamaño de los triángulos). Las categorías se han establecido calculando el porcentaje de la tendencia relativo al valor del índice correspondiente y considerando 3 intervalos: tendencia alta (valor superior al 73%), media (valor entre 72% y 34%) y baja (valor inferior al 33%).

Resultados

En el índice de la precipitación diaria promedio de manera general, se observan tendencias poco significativas de la precipitación en la región amazónica. En la región de la sierra predomina una tendencia positiva con una significación que en la mayoría de las estaciones es inferior al 90%. En la región de la costa e insular se presentan tendencias más acusadas, que, en general, son positivas excepto para la zona de costa en verano, y no suelen superar el 90% de significación. Cabe destacar el aumento de la precipitación diaria en Portoviejo y Galápagos, en particular durante el invierno y la primavera, lo que se refleja en una tendencia también positiva en el promedio anual.

El índice del percentil 90 (pq90) de días húmedos muestra una ligera tendencia poco significativa, en la mayoría de las estaciones. La presencia de tendencias positivas con significancia mayor al 90 % se encuentra en la estación de Portoviejo y Cuenca. En algunas estaciones como San Gabriel y Cotopaxi las tendencias disminuyen. En verano se muestra una ligera variación, prevaleciendo las tendencias crecientes, particularmente en la zona litoral con una significancia mayor al 90% con un valor promedio de aumento que va desde de 0,54 al 1,6 %/año, mientras que en estaciones del norte de la región de la sierra se presenta una disminución.

En el índice del percentil 95 de días húmedos se aprecia que en los periodos de invierno, primavera y el periodo anual existe un aumento ligero en el percentil 95 de días húmedos, el porcentaje de este incremento va desde 0,73 a 2,2%/ año. Si observamos el comportamiento de las estaciones en la región de la sierra notamos que en los periodos de invierno y verano existe aumento en el índice con un bajo nivel de significancia y en los periodos de primavera, otoño la tendencia varía de una estación a otra, siendo positiva o negativa pero nuevamente con significancia menor al 90 % excepto la estación de Cuenca la cual muestra aumento en estos periodos.

Se aprecia que El índice del máximo de precipitación en 5 días consecutivos muestra tendencias positivas en todas las zonas, aunque sólo en dos estaciones resultan significativas. En verano se observa un comportamiento diferencial entre la zona de la costa y amazónica, con tendencias negativas, y la de la sierra, con tendencias positivas, comportamiento que se diluye en otoño e invierno.

El índice de eventos de precipitación extrema muestra la característica más notable es la existencia de tendencias positivas en invierno y primavera en todas las estaciones. La significación de estos resultados es elevada, particularmente en primavera.

Conclusiones

En este trabajo se ha llevado a cabo un estudio de las tendencias de los eventos extremos de precipitación en Ecuador durante el periodo 1965-2013. Esos eventos se han caracterizado siguiendo las recomendaciones del proyecto *Statistical and Regional dynamical Downscaling of Extremes for European regions* (STARDEX). Se han seleccionado los índices que mejor caracterizan la intensidad y frecuencia de la precipitación extrema en Ecuador. Los índices seleccionados son: promedio de precipitación (pav), percentiles 90 (pq90) y 95 (pq95) de días húmedos, máximo de precipitación para 5 días consecutivos (px5d), máximos de días secos (pxcdd) y de días húmedos (pxcwd) consecutivos, y eventos precipitación extrema (% de eventos en donde la precipitación es mayor al percentil 90 de días húmedos, pnl90). Las tendencias en estos índices se han calculado para cada estación del año y para el periodo anual, obteniendo la pendiente del ajuste por regresión lineal y su significación estadística se ha determinado a través del test de Mann-Kendall.

Las principales conclusiones extraídas de este estudio son:

- Para el índice pav, se aprecian crecimientos generalizados en todo el país en invierno y primavera, que se refleja en el comportamiento anual. Destaca la elevada significación encontrada para la estación de Galápagos.

- Respecto al índice pq90, en primavera y en el periodo anual se muestra un crecimiento casi generalizado en todo el país, muy marcado y significativo en el litoral.
- El índice pq95 muestra resultados son más heterogéneos espacialmente que el pq90.
- Los índices pxcdd y pxcwd presentan un comportamiento complementario, de tal forma que el incremento de uno está asociado al descenso del otro en las mismas localidades. Destaca el descenso en el pxcdd y el aumento significativo del pxcwd en Galápagos, coherente con el comportamiento del resto de los índices.
- Para el índice px5d, la estación de Galápagos muestra fuertes incrementos significativos en todos los periodos.
- Los resultados para el índice pnl90 muestran fuertes aumentos en casi todo el país en invierno y primavera, así como en el periodo anual.

Los principales valores extremos de precipitación caracterizados por estos índices, están asociados a la ocurrencia de fuertes eventos El Niño. Estos resultados ponen de manifiesto el impacto de este fenómeno en la precipitación del país, que produce un considerable aumento de la precipitación.

La limitada cobertura temporal y la baja densidad en el número de estaciones usadas, dificulta la obtención de conclusiones más claras en especial en cuanto a un comportamiento espacial que pueda establecer las diferencias regionales en los eventos extremos de precipitación.

Referencias:

Davis and Hinkley, Kendall (1976, eqn 4.4, p.55).

INAMHI, 2014: Anuarios Meteorológicos. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. Quito.

IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Salomon, S. D.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K. B.; Tignor, M. y Miller, H.L. (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, USA.

Karl, T.R., Easterling, D.R. (1999) Climate extremes: selected review and future research directions. Climatic Change, p. 42

[STARDEX, 2005] STARDEX, downscaling climate extremes. Final Report. Can these changes in extremes be related to changes in circulation and other aspects of the atmosphere. Climatic Research Unit School of Environmental Sciences University of East Anglia. United Kingdom.

Vargas, W. M. y Nuñez, M.N. 1990. Interacciones del clima y la sociedad, respuestas sociales y gubernamentales, Boletín Informativo Techint N 256.