



I CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

¿Está la evapotranspiración aumentando? Una evaluación de la concurrencia de tendencias en evapotranspiración entre múltiples bases de datos globales.

**Alfonso Anabalón¹
Ashish Sharma²**

RESUMEN EXTENDIDO

La evapotranspiración real (ET) es una variable clave del ciclo hidrológico y de los balances de agua. Sin embargo, su estudio y monitoreo es difícil ya que, a pesar de los esfuerzos por medirla directamente, las observaciones son escasas y locales. Aunque ha habido grandes avances en detección remota, los satélites aún no pueden medir ET directamente. No obstante, éstos aportan variables relacionadas que permiten el cálculo de ET de forma distribuida sobre la superficie terrestre.

Las distintas formas para estimar ET pueden llevar a inconsistencias en la ubicación y dirección de las tendencias. Éste es un problema importante actualmente, cuando los estudios de cambio climático requieren precisión para evaluar modelos o estimar impactos actuales y futuros.

El objetivo de este trabajo fue estimar las diferencias entre las tendencias en ET en distintas bases de datos (DBs) globales, identificando zonas donde coinciden o se separan. Un segundo objetivo fue analizar cuánto se parecen las DBs entre ellas, en términos de tendencias significativas. Para esto, se seleccionaron 9 DBs distintas (Tabla 1), construidas usando diferentes métodos o datos. El periodo seleccionado fue desde enero de 2003 a diciembre de 2012, el mayor periodo común entre todas las DBs.

Para estimar la existencia y magnitud de las tendencias, se usó la prueba estadística Seasonal Kendall Trend Test [1]. Esta prueba fue usada en cada celda con información en cada una de las DBs. Los resultados en cada DB se compararon usando el Índice de Concurrencia de los Datos (DCI) [2]. Éste mide la coincidencia de las direcciones de las tendencias significativas entre las DBs.

$$DCI = \frac{\text{Número de tendencias significativas positivas} - \text{Número de tendencias significativas negativas}}{\text{Número de bases de datos con información en la celda}}$$

¹ School of Civil and Environmental Engineering, UNSW Australia, alfonso.anabalon@gmail.com

² School of Civil and Environmental Engineering, UNSW Australia, asharma@unsw.edu.au



Tabla 1: Bases de datos de evapotranspiración estudiadas y sus principales características. La cobertura indica la extensión en latitud de la información de ET.

Nombre	Referencia	Resolución temporal	Resolución espacial	Fecha de inicio	Fecha de término	Cobertura
MOD16	Mu, Zhao [3]	Mensual	0.5°x0.5°	1/01/2000	31/12/2014	80°N - 60°S
GLEAM v3a	Martens, Miralles [4]	Diario	0.25°x0.25°	1/01/1980	31/12/2014	90°N - 90°S
GLEAM v3b	Martens, Miralles [4]	Diario	0.25°x0.25°	1/01/2003	31/12/2015	50°N - 50°S
CSIRO	Zhang, Pena-Arancibia [5]	Mensual	0.5°x0.5°	1/01/1981	31/12/2012	90°N - 60°S
GLDAS NOAH	Rodell, Houser [6]	Mensual	1°x1°	1/01/1979	Presente	90°N - 60°S
GLDAS CLM	Rodell, Houser [6]	Mensual	1°x1°	1/01/1979	Presente	90°N - 60°S
GLDAS MOSAIC	Koster and Suarez [7]	Mensual	1°x1°	1/01/1979	Presente	90°N - 60°S
GLDAS VIC	Liang, Lettenmaier [8], Liang, Lettenmaier [9]	Mensual	1°x1°	1/01/1979	Presente	90°N - 60°S
ERA-Interim	Dee, Uppala [10]	Mensual	0.25°x0.25°	1/01/1979	Presente	90°N - 90°S

(Fuente: Referencia [2]).

Los resultados mostraron que en un 20% de la superficie, 80% o más de las DBs no presentaron tendencias significativas. En el resto del mundo, hubo un desacuerdo general en la existencia y dirección de tendencias significativas, representado por un DCI absoluto menor a 0.6 (Fig. 1). Sólo sectores de América del Norte y Australia presentaron tendencias significativas concurrentes, es decir, un DCI absoluto mayor a 0.8. En algunas regiones, éstas tendencias fueron completamente contradictorias.

Además, se realizó un análisis de tendencias móviles entre 1979 y 2014, usando un periodo de 10 años. De esta forma se encontró que altas concurrencias ($DCI > 0.8$) son escasas en cada instante. Algunos puntos, ubicados en el sur de África, India, América del Norte y Europa, son más propensos a cambiar la dirección de las tendencias con el tiempo.

Finalmente, se usaron tres métodos para estudiar las similitudes entre las tendencias significativas de las DBs: el coeficiente de correlación de Pearson, el CSI y el Sesgo [11]. Las tendencias entre las DBs están débilmente correlacionadas, excepto por aquellas pertenecientes al mismo grupo. La similitud entre las DBs fue en general baja, demostrado por valores de CSI entre 10% y 50%. La principal razón tras las diferencias, es la propensión a generar más o menos tendencias significativas (sesgo) y la presencia de tendencias contradictorias.

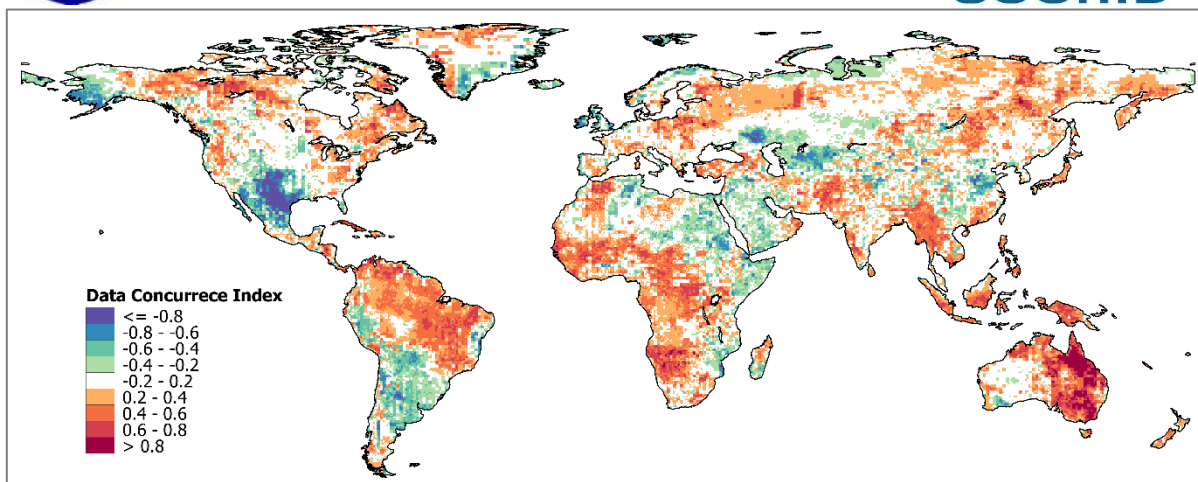


Figura 1: Distribución espacial del Índice de Concurrencia de Datos (DCI). En colores rojos (azules) se muestran las regiones donde las bases de datos presentaron una mayoría de tendencias significativas positivas (negativas). Mientras más oscuro el color, mayor es la coincidencia de las direcciones y significancias estadísticas de las tendencias entre las bases de datos. (Fuente: Referencia [2]).

Conclusiones

- Altas coincidencias en la dirección y significancia de las tendencias de ET entre las DBs analizadas son escasas, y están concentradas en América del Norte y Australia.
- Generalmente las DBs no coinciden en sus tendencias, llegando a ser completamente contradictorias en ciertas regiones;
- Estudios en regiones con tendencias inconsistentes deben ser cuidadosos al elegir una DB para trabajar, y sus resultados pueden ser sensibles a las DBs y periodo escogidos;
- Ninguna DB puede usarse como una representación de las demás para analizar tendencias en ET;
- Se recomienda el uso de varias DBs en vez de sólo una como una opción representativa.

Referencias

1. Helsel, D.R. and R.M. Hirsch, *Statistical Methods in Water Resources*. Techniques of Water Resources Investigations. Vol. Book 4, Chapter A3. 2002: U.S. Geological Survey. 522.
2. Anabalón, A. and A. Sharma, *Is Evapotranspiration Increasing? An assessment of the concurrency in Evapotranspiration trends across multiple global datasets*. *Earth's Future*, 2016. **submitted**.
3. Mu, Q., M. Zhao, and S.W. Running, *Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm*. *Remote Sensing of Environment*, 2011. **115**(8): 1781-1800.
4. Martens, B., et al., *GLEAM v3: satellite-based land evaporation and root-zone soil moisture*. *Geoscientific Model Development Discussions*, 2016. **2016**: 1-36.
5. Zhang, Y., et al., *Multi-decadal trends in global terrestrial evapotranspiration and its components*. *Scientific Reports*, 2016. **6**: 19124.



6. Rodell, M., et al., *The global land data assimilation system*. Bulletin of the American Meteorological Society, 2004. **85**(3): 381.
7. Koster, R.D. and M.J. Suarez, *Energy and water balance calculations in the Mosaic LSM*, in *NASA Technical Memorandum 104606*. 1996. 76.
8. Liang, X., et al., *A simple hydrologically based model of land surface water and energy fluxes for general circulation models*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 1994. **99**(D7): 14415-14428.
9. Liang, X., D.P. Lettenmaier, and E.F. Wood, *One-dimensional statistical dynamic representation of subgrid spatial variability of precipitation in the two-layer variable infiltration capacity model*. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 1996. **101**(D16): 21403-21422.
10. Dee, D.P., et al., *The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 2011. **137**(656): 553-597.
11. Hogan, R.J. and I.B. Mason, *Deterministic Forecasts of Binary Events*, in *Forecast Verification*, I.T. Jolliffe and D.B. Stephenson, Editors. 2011, John Wiley & Sons, Ltd. 31-59.