



17^o

E-ICES

ENCUENTRO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA

1 AL 4 DE NOVIEMBRE DE 2022

MODALIDAD VIRTUAL

SELECCIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA EN LA ZONA DE RÍO CUARTO (CÓRDOBA)

Pereyra, R.^{a*}; Crespi, R. J.^a; Vinocur, M.^a; Llamas, A. A.^a; Rivarola, A.^a.

^aDepartamento de Ecología Agraria, Facultad de AyV, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, ARGENTINA

*Contacto: rpereyra@ayv.unrc.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La evapotranspiración es un componente importante del balance de agua, por lo que mejorar la precisión en sus estimaciones, reducirá significativamente la incertidumbre en el modelado del balance de agua (Cleugh *et al.*, 2007). Grismer *et al.*, (2002) afirman que como las mediciones basadas en lisímetros rara vez están disponibles, la evapotranspiración de referencia generalmente se estima a partir de ecuaciones teóricas que difieren en los resultados ya que requieren diferentes datos meteorológicos. La ecuación de FAO Penman-Monteith, es un método aceptado y ampliamente utilizado para la estimación de la evapotranspiración de cultivos, pero su uso se ve limitado debido a la necesidad de contar con un gran número de variables (Pereira y Pruitt, 2004). El objetivo de este trabajo fue comparar metodologías y seleccionar una de ellas, para determinar la evapotranspiración de referencia de forma sencilla, práctica y precisa, para la zona de Río Cuarto, Córdoba (33° 07' Lat. S- 64° 14' Long. O)

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó para el área de influencia de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Se utilizaron datos diarios de temperaturas del aire máxima y mínima, velocidad del viento y humedad relativa media, pertenecientes a la estación meteorológica de Río Cuarto (Servicio Meteorológico Nacional), serie 1990-2020. Se evaluaron seis modelos empíricos (Tabla 1), tomando como valor observado a FAO Penman-Monteith, presentando la desventaja de necesitar datos de entrada que no siempre están disponibles, al igual que los métodos basados en la radiación, mientras que Blaney-Criddle y Hargreaves requieren temperatura del aire, siendo los métodos más utilizados.

El modelo de Radiación necesita los mismos datos de entrada que FAO Penman-Monteith, inclusive la velocidad del viento, mientras que Makkink solo tienen en cuenta datos de radiación solar; Turc se utiliza en zonas húmedas por lo que necesita de datos de humedad, temperatura y radiación solar y Priestley-Taylor al igual que Turc necesita la pendiente de la curva de presión de vapor, la constante psicrométrica y el calor latente de vaporización.

Comparando la bondad de ajuste de los modelos indicó que, mientras más cercano al valor uno sea el resultado del Índice de Acuerdo, la Eficiencia del Modelo (Sentelhas y Folegatti, 2003) y Coeficiente de Determinación (Paes de Camargo y Paes de Camargo, 2000), mejor es el desempeño del modelo. El Índice de Acuerdo se refiere a la exactitud o aproximación de los datos estimados y observados. La Eficiencia del modelo se basa en los cuadrados de las diferencias entre los datos observados, estimados y promedio de los observados, y el Coeficiente de Determinación es la dispersión de los datos alrededor de la media. El Error Medio Absoluto es el promedio de todos los errores absolutos, el valor óptimo es cercano a cero.

Tabla 1. Modelos seleccionados según su clasificación, incluidas sus referencias.

Clasificación	Método	Referencias
Método combinado	FAO Penman-Monteith	Allen et al., 2006
Métodos basados en la temperatura	Blaney-Criddle	Doorenbos y Pruitt, 1977; Vishwakarma et al., 2022
	Hargreaves	Hao et al., 2019; Vishwakarma et al., 2022
Métodos basados en la radiación.	Priestley-Taylor	Sentelhas et al., 2010; Pandey et al., 2016
	Turc	Custodio y Llamas 1996; Valencia, 2010
	Radiación	Vicente-Serrano et al., 2014; Pandey et al., 2016
	Makkink	Pandey et al., 2016; Vishwakarma et al., 2022

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A fines prácticos se muestran los resultados del modelo que presentó el mejor desempeño, siendo el mismo, la ecuación de Hargreaves -para esta latitud y condiciones climáticas- es una opción interesante para determinar la evapotranspiración. Como se puede observar en la Figura 1, Hargreaves- demostró tener un buen comportamiento de los índices estadísticos evaluados, a excepción de los meses de invierno, que tiende a subestimar los valores de evapotranspiración de referencia. El error cuadrático medio presenta valores aceptables solo en los meses de enero a mayo.

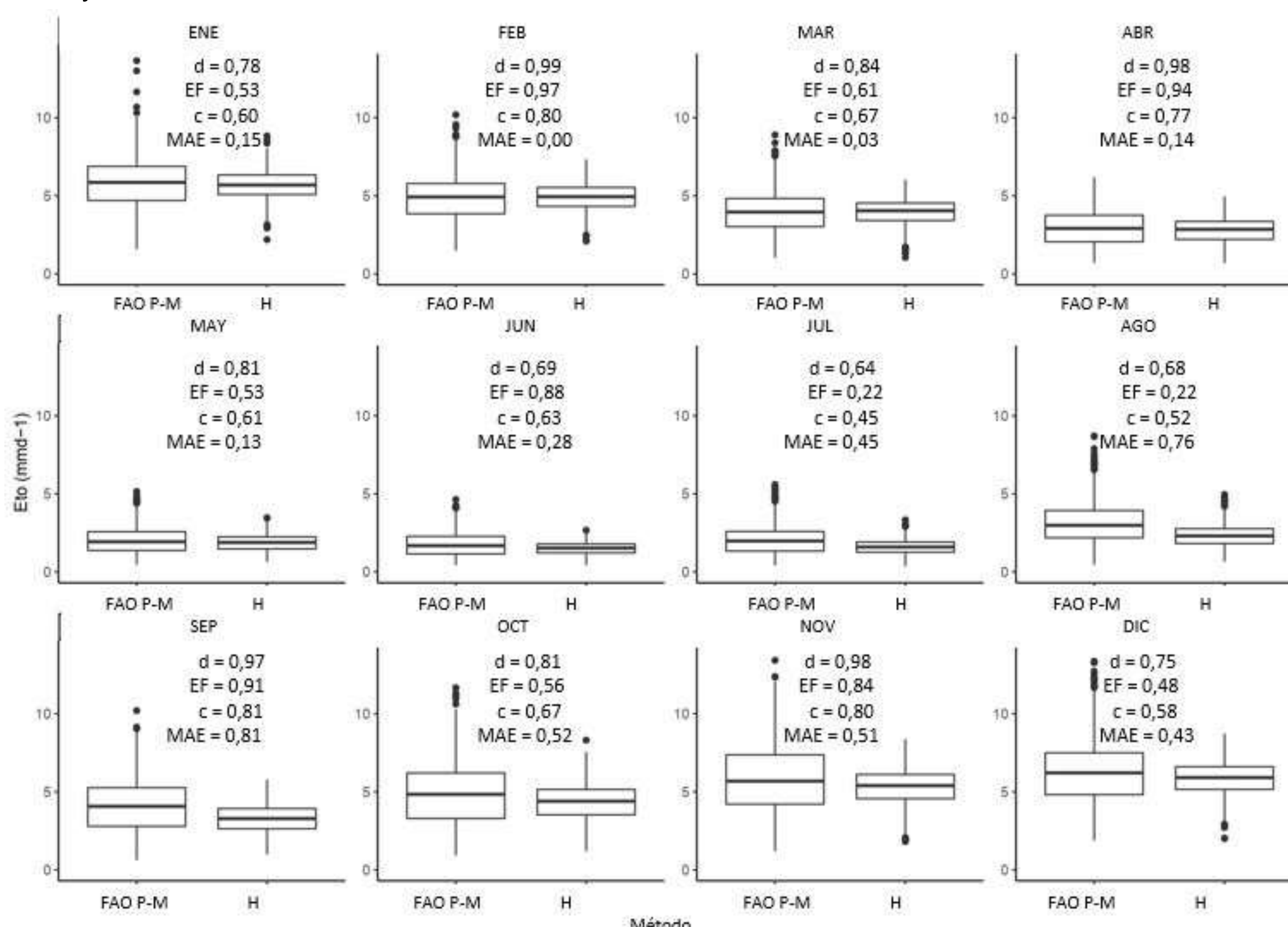


Figura 1. Diagrama de cajas mensuales comparando los métodos FAO Penman-Monteith y el método Hargreaves, para la estimación de la ETo en la zona de Río Cuarto para la serie 1990-2020. Acuerdo (d), la Eficiencia del Modelo (EF), Coeficiente de Determinación (R²) y Error Absoluto Medio (MAE).

CONCLUSIONES

Se define que, para la zona de estudio, valiéndose de los resultados estadísticos, su simplicidad de uso y el requerimiento de un mínimo de variables de entrada, el modelo de Hargreaves, es el que demuestra tener la mejor performance y por tanto sería aconsejable usarla en estas condiciones geográficas, en caso de no poder utilizar la ecuación de FAO Penman-Monteith.

BIBLIOGRAFÍA

- Alle, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO 56. 25 pp
- Cleugh, H. A.; Leuning R.; Mu Q.; Running, S. W. 2007. Regional evaporation estimates from flux tower and MODIS satellite data. Remote Sensing of Environment 106: 285-304.
- Custodio, E.; Llamas, M. R. 1996. Hidrología subterránea vol. 1. 2a ed. Ed.Omega - Barcelona. 336 pp
- Doorenbos, J.; Pruitt, W. O. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. (Rev 1). Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO 24. 10 pp
- Grismer, M. E.; Orang, M.; Snyder, R.; Matyac, R. 2002. Pan evaporation to reference evapotranspiration Conversion Methods. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 128:3. Consultado 16/01/2020.
- Hao, Y.; Jongjin, B.; Minha C. 2019. Combining generalized complementary relationship models with the bayesian model averaging method to estimate actual evapotranspiration over China. Agricultural and Forest Meteorology 279: 107-759.
- Paes de Camargo, A. P.; Paes de Camargo, M. B. P. 2000. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. Bragantia 59 (2):125-137.
- Pandey, P. K.; Dabral, P.P.; Pandey, V. 2016. Evaluation of reference evapotranspiration methods for the northeastern region of India. International Soil and Water Conservation Research: 4:52-63.
- Pereira, A. R.; Pruitt, W. O. 2004. Adaptation of the Thornthwaite scheme for estimating daily reference evapotranspiration. Agricultural Water Management: 66 (3):251-257.
- Sentelhas, P. C.; nFolegatti, M.V. 2003. Class A pan coefficients (K_p) to estimate daily reference evapotranspiration (ET_r). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 1 (7):111-115.
- Sentelhas, P. C.; Gillespie, T. J.; Santos, E. A. 2010. Evaluation of FAO Penman-Monteith and alternative methods for estimating reference evapotranspiration with missing data in Southern Ontario, Canada. Agricultural Water Management 97: 635-644.
- Valencia, V. M. 2010. Evaluación de la relación entre la evapotranspiración potencial teórica y la evaporación registrada en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C. 39 pp
- Vicente-Serrano, S. M.; Azorin-Molina, C.; Sanchez-Lorenzo, A.; Revuelto, J.; López-Moreno, J. I.; González-Hidalgo, J. C.; Moran-Tejeda, E.; Espejo, F. 2014. Reference evapotranspiration variability and trends in Spain, 1961-2011. Global and Planetary Change 121:26-40.
- Vishwakarma, D. K.; Pandey, K.; Kaur, A.; Kushwaha, N. L.; Kumar, R.; Ali, R.; Elbeltagi, A.; Kuriqi, A. 2022. Methods to estimate evapotranspiration in humid and subtropical climate conditions. Agricultural Water Management 261:107-378.