

# EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA PARA LA PLANIFICACIÓN DEL RIEGO EN CASA DE PIEDRA (LA PAMPA)

**Marisa Cogliati,<sup>2</sup> Carolina Aumassanne,<sup>1</sup> Dardo Fontanella<sup>1</sup>**  
[marisa.cogliati@fahu.uncoma.edu.ar](mailto:marisa.cogliati@fahu.uncoma.edu.ar). Autor/a correspondiente.

<sup>1</sup>Agencia de Ext. Rural 25 de mayo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (INTA)

<sup>2</sup>Depto de Geografía. Fac. de Humanidades. Universidad Nacional del Comahue (UNCo)

**Palabras clave:** FAO 56, riego, MOD10A2, Evapotranspiración.

## 1) INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente del recurso hídrico en la agricultura es un desafío clave en zonas bajo riego, especialmente en contextos de creciente presión sobre las fuentes de agua. Este desafío se vuelve aún más crítico en regiones áridas y semiáridas, donde la escasez hídrica limita severamente la producción agrícola y exige una planificación precisa del riego (Méndez Jocik et al., 2023). En este marco, la estimación de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) resulta fundamental para el diseño y manejo de los sistemas de riego (Allen et al., 1998). En este trabajo se presenta un análisis de la evapotranspiración de referencia estimada mediante la metodología FAO 56, (Allen et al., 1998), y de la evapotranspiración potencial obtenida a partir de datos satelitales MODIS, y su subproducto MOD16A2 (Mu et al., 2011).

Este trabajo presenta el análisis en el área cercana a Casa de Piedra (ALV), donde se practica agricultura intensiva bajo riego. La información generada permitirá orientar prácticas de manejo agronómico y decisiones de política hídrica, relevantes en contextos de escasez o variabilidad climática. Este área forma parte del oasis productivo del margen medio del río Colorado, donde se ha desarrollado un sistema agrícola bajo riego que aprovecha el agua derivada del embalse de Casa de Piedra lo que ha permitido la expansión de cultivos frutales no tradicionales en la región árida, como la vid, pistachos, olivos y frutos secos.

La metodología propuesta por la FAO, ha sido adoptada ampliamente a nivel global por su solidez física y adaptabilidad a distintos climas (Allen et al., 1998). El modelo CROPWAT 8.0, permite adaptar estos cálculos a condiciones locales, integrando información meteorológica, de cultivos y de suelos (FAO, 2009).

El objetivo del trabajo es estimar la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) en la zona de Casa de Piedra mediante la metodología FAO 56 y analizar la relación con la evapotranspiración potencial obtenida de satélites MODIS para su posterior aplicación a la promoción de una agricultura más resiliente y eficiente relevante ante el escenario de cambio climático y la creciente competencia por los recursos hídricos.

## 2) METODOLOGÍA

El trabajo presenta datos meteorológicos de la estación Aliviadero (ALV), en cercanía de Casa de Piedra, La Pampa (ver Figura 1). Desde 2013, la zona ha experimentado un marcado crecimiento en la productiva, la superficie cultivada con vid aumentó significativamente, pasando de 5 has a más de 100 has en menos de una década. Sin embargo, esto ha estado condicionado por la disponibilidad hídrica. La región atravesó una prolongada sequía entre 2011 y 2023, con reducción del caudal del río Colorado y el volumen útil del embalse de Casa de Piedra, afectando la seguridad hídrica para riego. En 2023, el aumento de la precipitación en la cuenca alta permitió una recuperación parcial del embalse, restableciendo en parte la

capacidad de distribución de agua para los sistemas bajo riego.



**Figura 1:** Área de estudio. Casa de Piedra (CDP), estación meteo. Aliviadero (ALV) y área bajo riego (ABR). Imagen Google Earth.

El trabajo presenta el análisis ETo mensual obtenida de datos diarios entre 2000 y 2023 en la estación Aliviadero (ALV) (Ente Ejecutivo Casa de Piedra, Figura 1) calculada con la ecuación de FAO - Penman-Monteith con el modelo CROPWAT 8.0 (FAO N°57, Allen et al., 1998), con datos diarios de humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento a 2 m y la evapotranspiración potencial (ETP), cada 8 días obtenida de los productos MODIS. ETP<sub>MODIS</sub> es la evapotranspiración máxima posible sin restricciones hídricas, en función del tipo de vegetación y condiciones climáticas actuales cada 8 días (producto MOD16A2), mientras que la ETo es calculada con datos de superficie y con una cubierta de referencia (pasto bien regado y en crecimiento activo) ambas representan el potencial máximo de ET bajo condiciones óptimas de agua, las variables no son equivalentes pero ambas son útiles para evaluar la demanda atmosférica de agua (Navas et al., 2021; Mu et al., 2011).

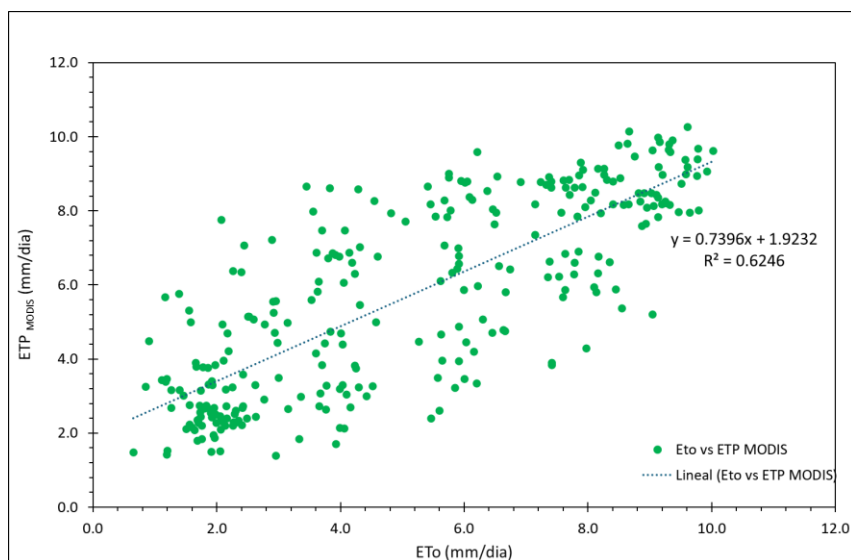
### 3) RESULTADOS

En la Tabla 1 se presenta ETo mensual (mm/día), para distinta probabilidad de excedencia (50% a 90%) para escenarios promedio y conservadores. Se observa un patrón estacional, con

	50%	60%	70%	80%	90%
<b>Ene</b>	9.1	9.2	9.3	9.5	9.7
<b>Feb</b>	7.8	8.0	8.1	8.2	8.3
<b>Mar</b>	5.6	5.7	5.8	5.9	5.9
<b>Abr</b>	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3
<b>May</b>	2.1	2.2	2.3	2.3	2.4
<b>Jun</b>	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9
<b>Jul</b>	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0
<b>Ago</b>	2.6	2.8	2.8	2.9	3.0
<b>Sep</b>	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3
<b>Oct</b>	5.8	5.9	6.0	6.1	6.4
<b>Nov</b>	7.6	7.8	7.9	8	8.2
<b>Dic</b>	9.1	9.2	9.4	9.6	9.7

máximo en verano (diciembre a febrero), mayor a 9 mm/día, y mínimo en invierno (junio y julio), menor a 2 mm/día. Esta variabilidad estacional refleja la demanda atmosférica de la región árida bajo riego. ETo se utiliza en la planificación del riego, los valores al 80 % o 90 %, aseguran que se cubra la mayoría de las situaciones de demanda promedio, 50% o 60% se utilizan para casos más optimistas o escenarios promedio, y para un manejo adaptativo, para adaptar los calendarios de riego y prever años de mayor o menor presión hídrica.

**Tabla 1:** Evapotranspiración de referencia mensual (ETo, mm/día), para distintos niveles de probabilidad de excedencia (50% a 90%).



**Figura 2:** Diagrama de dispersión entre la ETo obtenida en la estación ALV y la ETP obtenida de MODIS entre 2000 y 2023.

La Figura 2 muestra la relación entre ETo y ETP MODIS. Se observa una tendencia lineal creciente que indica que MODIS capta adecuadamente la variabilidad temporal general de la ETo., con alta dispersión. La

relación indica que ETP MODIS tiende a subestimar los valores altos de ETo, y sobreestimar los valores bajos. Se observa una correlación positiva entre ambas variables, con una tendencia lineal creciente que indica que MODIS capta adecuadamente la variabilidad temporal general de la ETo. La pendiente de la regresión lineal (0,74) sugiere que MODIS tiende a subestimar los valores altos de ETo, y el término independiente (1,92) indica una sobreestimación en los valores bajos. El coeficiente de determinación ( $R^2 = 0,62$ ) refleja una asociación moderada, aunque con una dispersión considerable, lo cual evidencia la necesidad de aplicar una corrección empírica para ajustar los valores satelitales a las condiciones locales de la región.

#### 4) CONCLUSIONES

ETo mensual presenta un patrón estacional, con máximo en verano mínimo en invierno asociados a la demanda atmosférica de la región árida bajo riego. ETP MODIS y ETo, presentan una asociación moderada con una dispersión considerable, lo cual evidencia la necesidad de aplicar una corrección empírica para ajustar los valores satelitales a las condiciones locales de la región. Estos resultados sugieren que, si bien MODIS constituye una herramienta útil para estimaciones regionales de la demanda hídrica, su aplicación en la planificación del riego requiere calibración local y validación con datos observados.

#### 5) CITAS Y REFERENCIAS

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). FAO.

Mu, Q., Heinsch, F. A., Zhao, M., & Running, S. W. (2011). MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration (ET) Products (MOD16A2) User Guide. University of Montana.

FAO. (2009). *CROPWAT 8.0 for Windows: User Guide*. Land and Water Development Division. Rome: FAO.

Méndez Jocik, A., Vargas-Rodríguez, P., & González-Robaina, F. (2023). Evapotranspiración en Cuba con imágenes satelitales MODIS 16 y Google Earth Engine. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(4). <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/1782>

Navas, R., Tiscornia, G., Berger, A., & Otero, A. (2021). Assessing MODIS16A2 actual evapotranspiration across three spatial resolutions in Uruguay. *Agrociencia Uruguay*, 25(2), e429.