



Abanico Boletín Técnico. Enero-diciembre, 2026; 5:1-16. Clave: e2026-6.

Artículo Original. Recibido:21/06/2026. Aceptado:02/09/2026. Publicado:22/10/2026.

<https://doi.org/10.21929/4w168c30>

Estación meteorológica de bajo costo adaptada para programación de riegos en zonas agrícolas del norte de Sinaloa

Low-cost weather station adapted for irrigation scheduling in agricultural areas of northern Sinaloa

Sifuentes-Ibarra Ernesto^{*1ID}, Rendón-Palma Milton^{**2ID}, Marcial-Pablo Mariana^{3ID}, Ruelas-Islas Jesús^{2ID}, Morales-Simons Tania^{2ID}



¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Fuerte, Departamento de ingeniería de riego, Juan José Ríos, Sinaloa. ²Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte, Juan José Ríos, Sinaloa. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional Interdisciplinario en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmosfera, Gómez Palacio, Durango. *Autor Responsable: Sifuentes-Ibarra Ernesto. eblnat68@gmail.com
**Autor por correspondencia: Rendon-Palma Milton. E-mail: rmiltonrendon@gmail.com

RESUMEN

Ante el deterioro de las Estaciones Meteorológicas Automatizadas (EMA) del Distrito de Riego 075, debido al mantenimiento, se evaluó una estación meteorológica de bajo costo para estimar la evapotranspiración de referencia (ET_o). El estudio se realizó en el Campo Experimental Valle del Fuerte del INIFAP, del 17 de diciembre de 2024 a 10 de octubre de 2025. Se comparó un sistema de medición convencional, integrado por un tanque evaporímetro tipo A, termómetro y pluviómetro de lectura directa, con una estación meteorológica automatizada de bajo costo para la estimación de la ET_o mediante el método de Penman-Monteith. Los resultados mostraron un coeficiente de tanque local (K_{t_L}) de 0.80, con una (R²) de 0.7977 y una raíz del error cuadrático medio (RMSE) de 0.63 mm d⁻¹. Para la temperatura media presentó una R² de 0.8505, que indica una adecuada concordancia entre las mediciones del sistema de bajo costo y las del sistema de referencia. La información generada fue validada mediante la plataforma IRRIMODEL 3.0. La estación propuesta representa el 15.6 % del costo de una estación Davis Vantage Pro2 y el 3.8 % del correspondiente a una estación Adcon Telemetry. Se concluye que una estación meteorológica de bajo costo, es una alternativa viable para la estimación de la ET_o.

Palabras clave: coeficiente de tanque, programación integral, disponibilidad de datos.

ABSTRACT

Due to the deterioration of the Automated Weather Stations (AWS) in Irrigation District 075, mainly caused by insufficient maintenance, a low-cost weather station was evaluated for estimating reference evapotranspiration (ET_o). The study was conducted at the Valle del Fuerte Experimental Field of INIFAP from December 17, 2024, to October 10, 2025. A conventional measurement system, consisting of a Class A evaporation pan, thermometer, and direct-reading rain gauge, was compared with a low-cost automated weather station for estimating ET_o using the Penman-Monteith method. The results showed a local pan



coefficient (K_t_L) of 0.80, with a coefficient of determination (R^2) of 0.7977 and a root mean square error (RMSE) of 0.63 mm d⁻¹. For mean temperature, an R^2 of 0.8505 was obtained, indicating good agreement between measurements from the low-cost system and those from the reference system. The information generated was validated using the IRRIMODEL 3.0 platform. The proposed station represents 15.6% of the cost of a Davis Vantage Pro2 station and 3.8% of the cost of an Adcon Telemetry station. It is concluded that a low-cost weather station is a technically and economically viable alternative for estimating ETo and supporting irrigation scheduling.

Keywords: pan coefficient, integral scheduling, data availability.

INTRODUCCIÓN

México ocupa el sexto lugar a nivel mundial en superficie de riego, con 7.3 millones de hectáreas, con un aporte del 51% de la producción agrícola nacional y 70% de las exportaciones sectoriales. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la dependencia gubernamental encargada de la administración del recurso en sus diversos usos (agrícola, doméstico, industrial), a través de las unidades (UR) y distritos de riego (DR), estos últimos formados desde inicios de los 90's por asociaciones civiles o módulos de riego.

Los DR's más extensos y más productivos del país, se encuentran en el noroeste de México, los cuales registran una superficie de siembra de 1 375 753 ha, entre estos destaca el DR075, Río Fuerte, ubicado en el norte de Sinaloa, que en el periodo 2017-2018 llegó a sembrar 288 768 ha ([CONAGUA, 2019](#)). Los principales problemas de estas zonas de riego son: sequías frecuentes y prolongadas, bajas eficiencias de riego y cambio climático, entre otros, por lo que se requiere contar con información científica para afrontarlos, como el cálculo preciso de los requerimientos hídricos de los cultivos.

Una de las principales variables para estas estimaciones es la evapotranspiración de referencia diaria (ET_o), que representa la evapotranspiración potencial de un cultivo de referencia como pasto de 12 cm de altura, que al multiplicarse por el coeficiente de consumo de agua (K_c) durante un periodo determinado de tiempo, se determina el requerimiento hídrico o evapotranspiración real (ET_r), base de la calendarización del riego ([Allen et al., 2006](#)).

La estimación de la ET_o en el DR075 desde el año 1997 hasta 2016, se realizó mediante redes de estaciones meteorológicas automatizadas (EMA's) adquiridas con recursos públicos y privados, sin embargo, la falta de fondos para su mantenimiento o renovación provocó al abandono de estas redes, lo que ha dejado sin información climática de calidad a los usuarios del agua de riego.

Aunque existen otras alternativas que podrían reemplazar a las EMA's como atmómetros ([Mendoza-Pérez et al., 2019](#)) y sensores remotos, su manejo y accesibilidad son limitados y complejos. Una opción viable, precisa y accesible para todo tipo de usuarios,

son los tanques evaporímetros tipo “A” calibrados localmente. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue desarrollar, calibrar y evaluar una estación meteorológica con componentes de bajo costo (EMBC) con el fin de validar su precisión operativa frente a una EMA de referencia en el Distrito de Riego 075 y garantizar la generación continua de recomendaciones de riego en el norte de Sinaloa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle del Fuerte (CEVAF) del INIFAP, ubicado en las coordenadas 25°45'49" N y -108°51'41" O, en la parte central del Distrito de Riego (DR) 075, Río Fuerte, México.

La región se caracteriza por un clima cálido, seco estepario (tipo desértico) durante el verano, con una temperatura media anual de 25 °C y una precipitación media anual de 352 mm, situándose a una altitud de 15 msnm (INEGI, 2023). En las zonas bajo riego predominan los suelos de textura arcillosa y franco-arcillosa (Iñiguez *et al.*, 2015). Respecto al patrón de cultivos, la superficie agrícola está constituida principalmente por maíz (65 %), frijol (12 %), garbanzo (10 %), sorgo (10 %) y papa (5 %) (SIAP, 2023).

Selección de componentes

Se utilizó un tanque evaporímetro tipo “A” de lámina galvanizada calibre 22 (3 milímetros) de grosor, diámetro 120.7 cm y altura 25.4 cm de acuerdo con [ADRTechnology](#). Dentro del tanque se instaló una escala milimétrica con tornillo micrométrico con movimiento vertical en un cilindro metálico cuyas características de muestran en la Figura 1.



Figura 1. Características del funcionamiento de un tanque evaporímetro tipo A

Para la precipitación se utilizó un pluviómetro de policarbonato de lectura directa con un rango de 1 a 25 mm; la selección de este componente se basó en la alta resistencia del material a la radiación solar (UV) y a las condiciones climáticas, lo que garantiza una prolongada vida útil y la integridad del instrumento en campo (Figura 2).



Figura 2. Pluviómetro

El registro de temperatura se usó un termómetro digital Avaly modelo VA-EDT-1-55 con un rango de temperatura exterior de -50 a 70°C capaz de registrar temperatura máxima y mínima diaria (Figura 3).



Figura 3. Termómetro

Instalación

El tanque evaporímetro tipo A se instaló sobre una base de madera (tarima) de 15 cm de alto para evitar el contacto directo con el suelo, el cual permaneció parcialmente desnudo durante todo el periodo de la calibración, los criterios de instalación fueron los reportados por [Fuentes-Yagüe & García-Legaspi \(1999\)](#). La EMA Adcon Telemetry utilizada para la calibración fue la C.E. Valle del Fuerte perteneciente a la red de

estaciones meteorológicas automatizadas del INIFAP la cual tuvo una separación de tres metros con respecto al tanque evaporímetro. En la figura 4 se observa el proceso de calibración con estación climática meteorológica automatizada (EMA), en el DR075 (norte de Sinaloa). El termómetro manual se instaló sobre el cerco protector de la EMA aproximadamente a 4 metros de separación y a 1.5 m de altura. El pluviómetro manual quedó instalado aproximadamente a 6 metros fuera del cerco perimetral a una altura de 1 m.



Figura 4. Tanque evaporímetro tipo A

Operación y calibración componentes

Tanque evaporímetro Tipo A

Después de la instalación, el tanque se llenó con agua hasta una altura inicial (h) de entre 20 y 23 cm respecto al fondo. Se llevó un registro diario de la evaporación (Ev) durante el periodo del 17 de diciembre de 2024 al 10 de octubre de 2025. La Ev diaria se estimó mediante la diferencia en el nivel de agua entre dos lecturas consecutivas con el empleo de la Ecuación 1:

$$EV = h_{-i} - h_{-i-1} \quad (1)$$

Donde h_{i-1} es el nivel de agua del día anterior, h_i es el nivel de agua del día actual, y P es la precipitación registrada en las últimas 24 horas (mm). Para asegurar la precisión en las lecturas, cuando el nivel del agua descendía a una altura de 20 mm, se realizó la reposición de agua hasta restablecer el nivel operativo inicial, este ajuste se registró en el balance hídrico del día.

En el caso de registrarse días con datos faltantes por eventualidades operativas en campo, la evaporación de dichos días se estimó e imputó con el uso de la media aritmética de los días con registro válido pertenecientes a la misma semana.



De manera simultánea, la EMA registró automáticamente la evapotranspiración de referencia (horaria y diaria) calculada mediante el método de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 2006). Finalmente, se realizó un análisis de correlación lineal simple entre los valores de Ev obtenidos del tanque evaporímetro y la ET_o de la EMA para determinar la ecuación de regresión y el coeficiente de determinación (R^2).

El coeficiente del tanque local (Kt_L) se estimó al despejar la Ecuación 2, donde se obtuvo la Ecuación 3.

$$ET_{o_EMA} = Ev \times Kt \quad (2)$$

$$Kt = ET_{o_EMA} / EV \quad (3)$$

Donde ET_{o_EMA} es la evapotranspiración de referencia de la estación meteorológica.

Los estadísticos utilizados para definir el valor de Kt_L fueron media, moda y mediana.

Los valores de ET_o del tanque calculados con Kt_L se correlacionaron con la ET_{o_EMA} mediante un análisis de correlación simple entre ambas variables, y determinar la función XY ($X = ET_o$ EMA, $Y = ET_o$ tanque) y el coeficiente de determinación (R^2). Se determinó también la raíz del cuadrado medio del error (RMSE) entre ambas ET_o , con la Ecuación 4:

$$RMSE = \sqrt{MSE} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y})^2} \quad (4)$$

Donde y_i son los valores observados, $\hat{y}_i$ son los valores predichos, y N es el número total de observaciones.

Temperatura del aire (Ta)

Esta variable se midió con las opciones incluidas en el termómetro digital para la temperatura máxima (T_{max}) y temperatura mínima (T_{min}) con las cuales se calculó la temperatura media (T_{med}) con la Ecuación 5. La EMA registró la temperatura con su sensor interno.

$$T_{med} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \quad (5)$$

Precipitación

Las lecturas del pluviómetro se efectuaron después de cada evento de precipitación registrado. Este instrumento no requiere de calibración previo para la medición de la lámina de lluvia acumulada.



Validación

Se integró una base de datos climáticos a la plataforma IRRIMODEL 3.0 con registros de las estaciones EMBC y EMA, con las variables de evapotranspiración (ET_o) y temperatura media (T_{med}) durante un periodo de diez meses para el ciclo agrícola OI 2024-2025. Se registraron dos parcelas con fecha de siembra del 16 de diciembre de 2024, en el estado de Sinaloa, municipio de Juan José Ríos. Establecidos en suelos de textura arcillosa (humedad aprovechable de 0.16 cm³/cm³). Se planificaron programas de riego para el cultivo de papa mediante riego por goteo y se estimaron las etapas fenológicas mediante el método de unidades calor propuesto por Flores-Magdaleno *et al.*, (2014) integrado en el programa. El criterio para la evaluación fue comparar las diferencias entre las láminas de riego calculadas y la estimación de fenología con las dos bases de datos de información climática.

Análisis económico

Para el análisis económico comparativo, se consideró como referencia una estación meteorológica automatizada del tipo Davis Vantage Pro2 y una Adcon Telemetry, debido a su uso en el monitoreo de variables climáticas en el sector agrícola. Este sistema permite la medición continua de variables como temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento y precipitación, necesarias para la estimación de la evapotranspiración de referencia mediante métodos indirectos. El costo del tanque evaporímetro tipo A se consultó con fabricantes locales, el de sensor de temperatura manual y el pluviómetro de policarbonato fueron estimados a partir de la revisión de información disponible en línea en sitios web de distribuidores autorizados.

RESULTADOS

Calibración de componentes

La Tabla 1 muestra los valores estadísticos para K_{t_L}, donde se observa que los estadísticos media, mediana y moda tuvieron un valor de 0.8, el valor máximo encontrado fue de 1.5 y el mínimo de 0.5 en el periodo observado. en este análisis se obtuvo un MSE de 0.4 mm y REMC 0.63 mm entre los valores predichos con el modelo matemático y la ET_{O_EMA}.

Tabla 1. Valores encontrados de los estadísticos usados en coeficiente del tanque (K_{t_L})

Media	Mediana	Moda	Varianza	Desviación estándar	Valor máximo	Valor mínimo
0.83	0.8	0.8	0.066	0.25	1.5	0.5



Se seleccionó la mediana (0.8) como valor representativo para el Kt_L debido a que la distribución de los datos presenta un sesgo a la derecha (Figura 5).

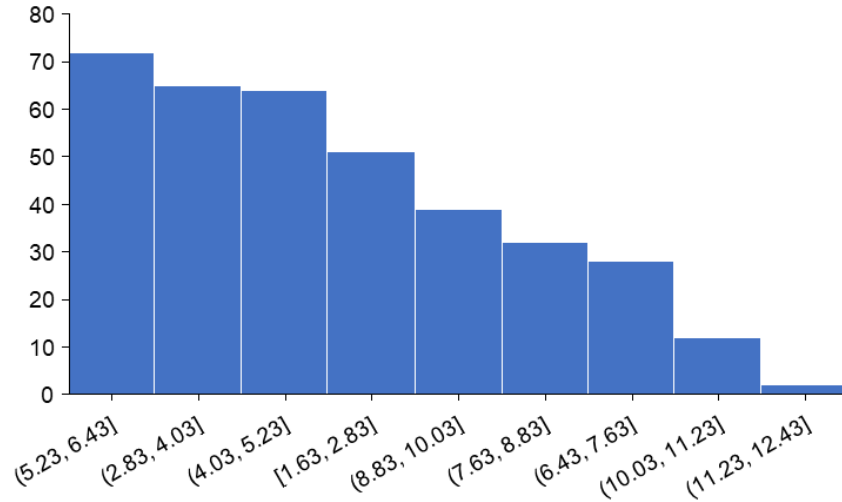
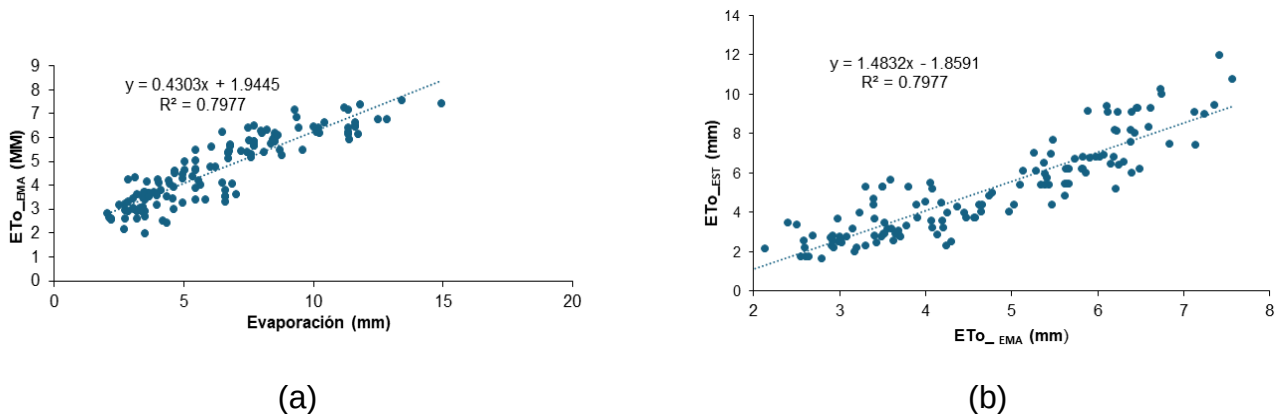


Figura 5. Histograma con la distribución de valores de Kt_L

La Figura 6 muestra la correlación entre $Ev-ETO_{EMA}$, (a) con su respectiva ecuación de calibración y coeficiente de determinación R^2 (0.7977), también se muestra la correlación ETO estimada con Kt_L versus ETO_{EMA} (b), donde se encontró un coeficiente de determinación R^2 de 0.7977.



$Ev-ETO_{EMA}$ (a) y correlación ETO estimada- ETO_{EMA} . Se muestran ecuaciones y coeficientes de correlación.

Figura 6. Análisis correlativo



Mientras que la Figura 7 muestra un análisis de correlación entre los valores de ETo obtenidos mediante la ecuación (ETo_{Ev}) y los obtenidos por el Kt_L (ETo_{kt}).

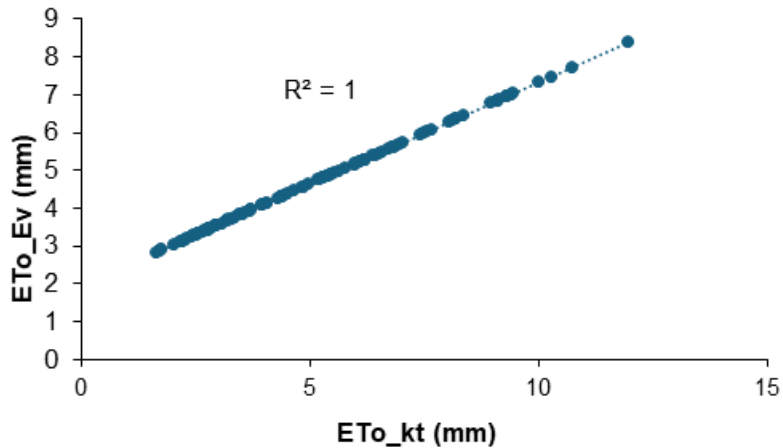


Figura 7. Análisis correlativo

En la Figura 8 muestra la correlación entre los valores de temperatura media obtenidos por la EMA y los valores obtenidos por el termómetro manual. Se muestran ecuación y coeficiente de determinación.

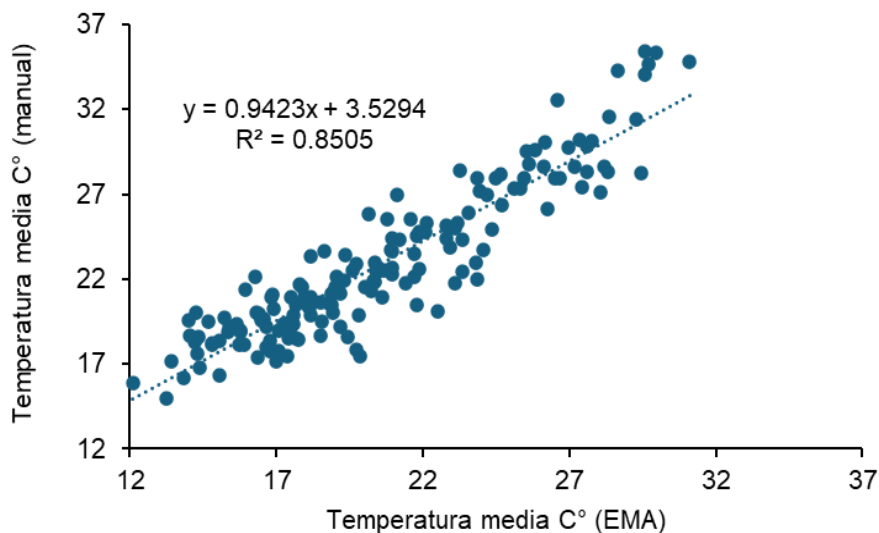


Figura 8. Correlación entre Tmed (EMA) y Tmed (manual)



Resultados de validación

En la Tabla 2 se presentan laminas netas y la diferencia total entre las láminas de riego para el ciclo OI 2024-2025 completo del cultivo de papa calculados con la plataforma IRRIMODEL 3.0 con información climática de las dos estaciones meteorológicas.

Tabla 2. Calendario y laminas netas para el cultivo de papa en dos estaciones meteorológicas

Fecha de riego	Lamina neta (cm)	
	EMA	EMBC
16/12/2024	0.05	0.05
05/01/2025	1.21	1.22
14/01/2025	1.53	1.41
21/01/2025	1.56	1.52
27/01/2025	1.79	1.62
31/01/2025	1.55	1.52
05/02/2025	1.89	1.59
09/02/2025	1.72	1.57
13/02/2025	1.46	1.67
17/02/2025	2.17	1.77
20/02/2025	1.52	1.12
23/02/2025	1.74	1.73
26/02/2025	1.71	1.59
01/03/2025	1.61	1.43
04/03/2025	1.87	1.78
07/03/2025	1.55	1.61
10/03/2025	1.72	1.6
13/03/2025	1.49	1.65
16/03/2025	1.27	1.57
20/03/2025	1.92	1.97



24/03/2025	1.28	2.04
29/03/2025	1.57	2.24
04/04/2025	2.02	2.45
14/04/2025	2.6	2.81
TOTAL	38.8	39.53

EMA= estación meteorológica automatizada, EMBC=estación meteorológica de bajo costo

Se ajustaron las fechas de riegos en la plataforma IRRIMODEL 3.0 para que el intervalo entre riegos sea los mismos días después de siembra y muestre el requerimiento hídrico acumulado en el mismo lapso.

En la Tabla 3 se muestran resultados de la estimación de fenología del cultivo de papa en Días Después de Siembra (DDS).

Tabla 3. Etapas fenológicas del cultivo de papa en función de GDDA y DDS con información climática de la EMBC

DDS-EMA	DDS-EMBC	Etapas Fenológicas
0	0	Siembra
18	18	Brotación
36	35	Emergencia
49	47	Inicio de estolonización
63	62	Elongación de estolones
74	74	Inicio de tuberización (diámetro:>1 cm)
87	85	Desarrollo de tubérculos (diámetro: 3-5 cm)
103	102	Tubérculos desarrollados (diámetro: >5 cm)
113	113	Desvare (cascara completa) diámetro: 7cm
129	129	Cosecha

DDS= días de siembra



En la Figura 9 se observa el comportamiento de la acumulación de unidades calor del cultivo calculados con información climática de ambas estaciones meteorológicas.

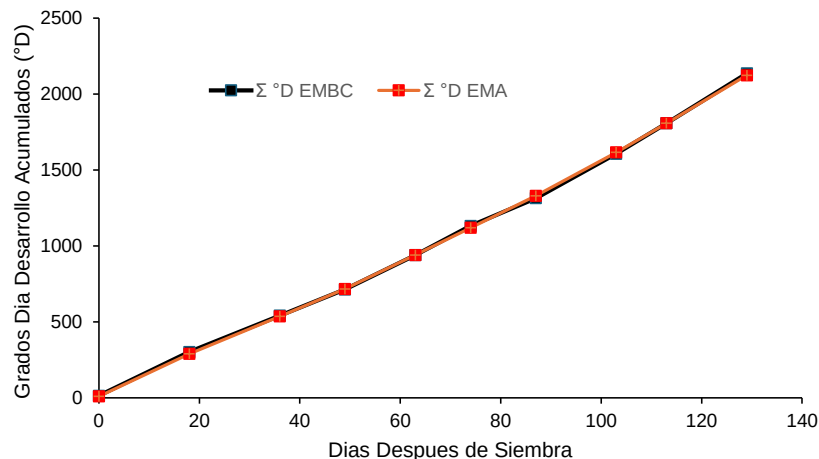


Figura 9. Grafica del comportamiento de fenología

Resultados de análisis económico

En la Tabla 5 se desglosan los costos de adquisición de la EMBC.

Tabla 5. Costos estimados para la adquisición de la EMBC

Equipo	Costos (MXN)
Tanque evaporímetro tipo A	\$1,500.00
Sensor de temperatura	\$732.00
Pluviómetro	\$3,600.00
Total	\$5,832.00

En la Tabla 6 se presentan los costos de operación de la EMBC durante un año, el costo de operación se estimó con referencia a un sueldo de \$500.00 MXN diarios y ajustándolo al tiempo que tomaría tomar los datos de la estación (altura del agua en el tanque, lectura del pluviómetro, registro de temperaturas máxima y mínima) que sería de aproximadamente una hora. El mantenimiento es mínimo por lo que no se tomó en cuenta.



Tabla 6. Costos estimados para la operación y mantenimiento de la EMBC durante un año

EMBC	Costos (MXN)
Operación	\$9,000.00
Mantenimiento	\$0.00
Total	\$9,000.00

La Tabla 7 muestra el costo de adquisición de dos modelos diferentes de EMA's.

Tabla 7. Costo estimado para la adquisición de dos modelos de EMA's

Equipo	Costo (MXN)
Davis Vantage Pro2	\$34, 474.00
Adcon Telemetry	\$ 140, 000.00

En la Tabla 8 se muestran los costos de operación de la EMA durante un año, debido a que estas estaciones son automáticas no se toma en cuenta el sueldo de un operador, pero si el uso de la plataforma para el acceso a la información medida por la estación durante un año. En estas estaciones si se toma en cuenta un mantenimiento anual necesario para que las lecturas sean correctas.

Tabla 8. Costos estimados para la operación y mantenimiento de las EMA durante un año

EMA	COSTO (MXN)
Operación	\$30,000.00
Mantenimiento	\$40,000.00
Total	\$70,000.00

DISCUSIÓN

En un trabajo similar con atmómetro [Mendoza-Pérez et al \(2019\)](#) reportó una R^2 de 0.87, MSE de 0.71 y REMC 0.84 mm contra una R^2 de 0.7977 del presente trabajo que se considera aceptable para la programación de riegos. El valor de R^2 obtenido en este puede deberse a que en los meses de verano el tanque evaporímetro sobrestima la ETo debido a las altas temperaturas, mientras que en los meses de invierno subestima, los resultados son más precisos en meses con temperaturas moderadas según [Gavilán et al. \(2007\)](#). Esta variación del comportamiento del tanque afecta directamente a las láminas netas calculadas con la plataforma IRRIMODEL 3.0 muestra que la EMBC



sobrestima las necesidades hídricas con 0.73 cm superior a la lámina neta total del ciclo calculada con la ETo proporcionada por la EMA, además podría estar asociado a otros factores de error como el manejo de tanque deficiente en algunas fechas y estimación de valores de Ev en algunos días faltantes.

El comportamiento de las etapas fenológicas no se ve afectado significativamente por las temperaturas registradas en ambas estaciones meteorológicas.

En el análisis económico se encontró que la adquisición de la EMBC es el 16.91% del costo del modelo Davis Vantage Pro2 y 4.16% de la estación Adcon Telemetry. Los costos operativos anuales representan un 12.85% del costo operativo de las EMA's.

CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió determinar de manera preliminar el coeficiente del tanque evaporímetro para las condiciones locales del Campo Experimental Valle del Fuerte en el Distrito de Riego 075. A partir de la evaporación registrada en el tanque Tipo "A", se generó un modelo de regresión para estimar la evapotranspiración de referencia el cual mostró una correlación adecuada respecto a los datos observados en la estación meteorológica automatizada (EMA). Asimismo, el uso de la temperatura registrada con el termómetro convencional, tras su ajuste con la EMA, permitió aproximar la evolución de las etapas fenológicas del cultivo de papa mediante Grados Días Desarrollo Acumulados.

La simulación de las láminas netas de riego mediante la plataforma IRRIMODEL 3.0 presentó tendencias similares al emplear los datos climáticos ajustados de la estación de bajo costo en comparación con los de la EMA durante el ciclo agrícola 2024–2025. Esto sugiere que el arreglo instrumental propuesto constituye una opción viable y económicamente accesible para la estimación del riego a nivel local.

Sin embargo, dado que las evaluaciones se realizaron en un periodo de medición específico y bajo condiciones microclimáticas locales, la aplicabilidad de los coeficientes obtenidos debe tomarse con reserva. Se concluye que la estación de bajo costo es una alternativa prometedora para la gestión hídrica, pero su implementación en otras regiones o ciclos agrícolas requiere de calibración previa local, un manejo riguroso del tanque evaporímetro Tipo A y la incorporación de series de datos climáticos de mayor longitud para consolidar su validación.



CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Las contribuciones de los autores del estudio “Estación meteorológica de bajo costo adaptada para programación de riegos en zonas agrícolas del norte de Sinaloa” de acuerdo con el formato CrediT.

S.I.E.N1: Conceptualización, Redacción (revisión y edición).

R.P.M2: Metodología, Análisis formal, Redacción del borrador original.

M.P.M.J3: Obtención de financiación, Redacción (revisión y edición).

R.I.J.R4: Redacción (revisión y edición).

M.S.T.A5: Curación de datos, Investigación.

FINANCIAMIENTO

El presente estudio recibió financiamiento de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al CENID-RASPA de INIFAP y al Campo Experimental Valle del Fuerte de INIFAP por su apoyo en la realización del presente estudio, en el marco del proyecto “Huella hídrica de cultivos con sensores remotos y datos de reanálisis, una aproximación a escala parcelaria.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe conflicto de interés.

REFERENCIAS

ADRTECHNOLOGY. s.f. Tanque de evaporación tipo A modelo T-Evap-A. Ficha técnica. Perú. <https://www.adrtecnology.com/productos/tanque-de-evaporacion-tipo-a-modelo-t-evap-a/>

ALLEN RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. 2006. Manual 56 de Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO, Roma, Italia. Pp. 298. ISBN 92-5-304219-2.

<https://openknowledge.fao.org/items/0be0a38b-e0b2-4c47-9919-14f016def7de>



CONAGUA (Comisión Nacional del agua). 2019. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego, año agrícola 2017–2018. Ciudad de México, México.

<https://www.gob.mx/conagua/documentos/estadisticas-agricolas-de-los-distritos-de-riego>

CONAGUA (Comisión Nacional del agua). 2024. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. México. <https://www.gob.mx/conagua/documentos/estadisticas-agricolas-de-los-distritos-de-riego>

FLORES MH, Flores GH, Ojeda BW. 2014. Predicción fenológica del cultivo de papa mediante tiempo térmico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 37(2):149-157.

<https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/341/311>

FUENTES YJL, García LG. 1999. Técnicas de riego: Sistemas de riego en la agricultura. Mundi-Prensa México. México. ISBN: 968-7462-17-5.

<https://es.scribd.com/document/384267334/Tecnicas-de-Riego-Fuentes-Yague-Garcia-Legaspi>

GAVILÁN P, Castillo-LF, Estévez J, Berengena J. 2007. Estimación de la ET mediante un evaporímetro de Bellani modificado. Reporte Técnico. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Córdoba, España.

https://www.researchgate.net/publication/331873577_ESTIMACION_DE_LA_ETo_MEDIANTE_UN_EVAPORIMETRO_DE_BELLANI_MODIFICADO#fullTextFileContent

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2023. Anuario estadístico y geográfico del estado de Durango. México.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463916376.pdf

IÑIGUEZ M, Ojeda BW, Díaz DC. 2015. La infraestructura hidroagrícola ante escenarios del cambio climático. *Tecnología y ciencias del agua*. 6(5):89-101.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000500007&lng=es&tlng=es

MENDOZA PC, Ojeda BW, Sifuentes IE, Quevedo NA, Flores MH, Ramírez AC, Ascencio HR. 2019. Estimación de la evapotranspiración de referencia mediante atmómetro con fines de calendarización de riego. *IDESIA*. 37(4):65-72. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000400065>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2024. Información agroalimentaria. <https://www.gob.mx/siap>