

## ESTIMACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MEDIANTE INTERPOLACIÓN VS DATOS SATELITALES PARA ENTRE RÍOS (ARGENTINA)

Vaiman, N.<sup>1</sup>; Durante, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Concepción del Uruguay, Ruta 39 km 143, CP 3260, Entre Ríos, Argentina

\*Contacto: vaiman.nicolas@inta.gob.ar

**Palabras clave:** TRMM 3B43; correlaciones; coeficientes de Theil.

### INTRODUCCIÓN

Para estimar precipitaciones en lugares sin estaciones meteorológicas se suele recurrir a distintos métodos de interpolación de datos obtenidos en estaciones cercanas. Sin embargo, otra alternativa es utilizar estimaciones satelitales de precipitaciones.

Los productos de la misión TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) han sido validados con datos de superficie para distintos lugares del planeta (Karaseva *et al.*, 2012; Duan y Bastiaanssen, 2013). Las referencias más cercanas son de estudios hechos para toda Sudamérica (Rozante *et al.*, 2010), Perú (Lavado *et al.*, 2009) y el noroeste de Buenos Aires (Campos *et al.*, 2014) habiéndose hallado buenos resultados, pero no existen referencias en la provincia de Entre Ríos.

El objetivo del trabajo fue comparar el comportamiento de dos métodos de interpolación de datos de precipitaciones y el producto TRMM 3B43 con datos de estaciones meteorológicas convencionales.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para el trabajo se utilizaron datos de precipitaciones mensuales de estaciones meteorológicas convencionales, cinco de la provincia de Entre Ríos y cuatro fuera de la provincia (tabla 1) para realizar las interpolaciones, en el período 2000-2012.

**Tabla 1.** Coordenadas de las estaciones utilizadas. Latitud Sur, Longitud Oeste.

Estación	Lat(°)	Lon(°)
Gualedaychú (Gchu)	33,01	58,61
Concepción del Uruguay (CdelU)	32,49	58,34
Concordia (Cdia)	31,37	58,12
Paraná (Pna)	31,84	60,53
Gobernador Echagüe (GdorEchg)	32,39	59,27
Santa Fé (StaFe)	31,64	60,67
San Pedro (SPedro)	33,68	59,68
Salto Grande (StoGde)	31,27	57,89
Colnia (Cnia)	34,34	57,69

Los datos de cada estación dentro de la provincia de Entre Ríos fueron estimados a través de dos métodos de interpolación y a través del producto TRMM 3B43 que provee datos acumulados mensuales en con una resolución espacial de 0.25° x 0.25° de latitud y longitud. Los métodos de interpolación resultaron de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Pond1} = \sum (pp_i * d1) \quad (1)$$

$$\text{Pond2} = \sum (pp_i * d2) \quad (2)$$

siendo Pond1 y Pond2 son los datos de precipitaciones estimados a través de cada método para cada estación,  $pp_i$  es el valor de las precipitaciones de cada una de las estaciones restantes,  $d1$  es el cociente entre la inversa de la distancia entre cada estación y la estación a estimar y la suma de todas las inversas de las distancias, y  $d2$  es el cociente entre la inversa de la distancia entre cada estación y la estación a estimar elevada al cuadrado y la suma de todas las inversas de las distancias elevadas al cuadrado.

Se realizaron correlaciones entre los distintos métodos de estimación y los datos de las EMC para cada estación (n=156) y una correlación general con todos los datos agrupados (n=780). Se calcularon los errores absoluto, relativo, cuadrático medio y los coeficientes de disparidad de Theil (Smith y Rose, 1995) para cada método. Luego, se seleccionó aquel método con menor error aleatorio y se lo corrigió con el fin de mejorar las estimaciones. Esta corrección se llevó a cabo de dos formas, primero teniendo en cuenta la ecuación de regresión de cada estación y segundo, teniendo en cuenta la ecuación de regresión con todos los datos agrupados. Por último, se compararon ambas formas de corrección para determinar si la ecuación general con datos agrupados puede ser utilizada de manera generalizada en la estimación de precipitaciones en la provincia de Entre Ríos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los casos, el coeficiente de correlación entre los datos observados y los estimados fue mayor para TRMM que para Pond1 y Pond2 (r promedio de todas las estaciones = 0,93; 0,87 y

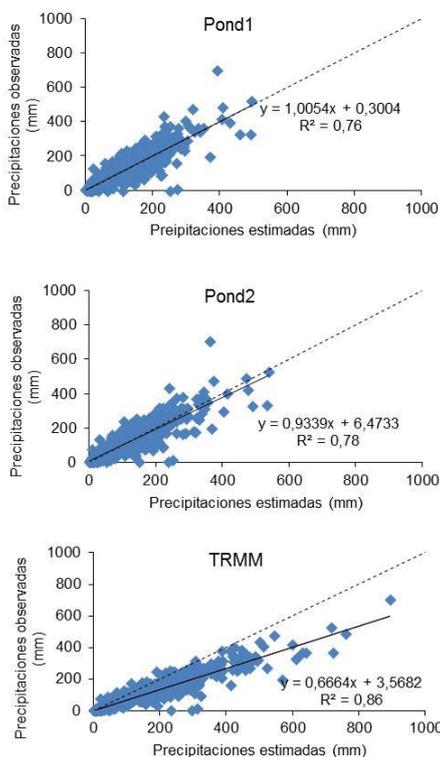
0,88, respectivamente), con valores superiores a los hallados por Lavado *et al.* (2009) y Campos *et al.*, (2014) con valores mensuales.

Si bien el cálculo de errores muestra valores más altos en TRMM (datos no mostrados), el

**Tabla 2.** Coeficientes de disparidad de Theil para cada método. Referencias:  $U_{bias}$ =proporción del error asociada a las diferencias medias entre los valores observados y predichos por el modelo;  $U_{\beta=1}$ =proporción del error asociada a la pendiente del modelo y la línea de pendiente 1:1;  $U_e$ = proporción del error asociada a la variancia no explicada.

Coeficiente	Pond1	Pond2	TRMM
$U_{bias}$	0,0004	0,0002	0,4541
$U_{\beta=1}$	0,0001	0,0171	0,3340
$U_e$	0,9995	0,9827	0,2119

Las ecuaciones generales con todos los datos agrupados también mostraron un mejor ajuste para TRMM (medido a través del coeficiente de determinación) en comparación con los otros dos métodos (figura 1).



**Figura 1.** Correlaciones generales para cada método. Se presenta la ecuación de cada método y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Relación 1:1 en línea de puntos.

La estimación a través de TRMM, que presentó el menor error aleatorio y el mayor coeficiente de determinación, se corrigió tanto con la ecuación de regresión de cada estación (TRMMcor) como con la ecuación de regresión con todos los datos agrupados (TRMMcor2).

Ambos métodos de corrección redujeron los errores a menos de la mitad (datos no mostrados). El coeficiente de correlación promedio hallado en

análisis de los coeficientes de disparidad de Theil refleja un error de tipo aleatorio ( $U_e$ ) casi 5 veces mayor en los métodos Pond1 y Pond2 (tabla 2).

ambos métodos corregidos (0,93 para ambos métodos) es superior al hallado por Lavado *et al.* (2009) y por Karaseva *et al.* (2012), y es similar al hallado por Duan y Bastiaanssen (2013) con datos de TRMM a nivel mensual.

No se observaron diferencias entre los datos estimados a través de los dos métodos de corrección (tabla 3).

**Tabla 3.** Promedio (mm), desvío estándar (mm) y variancia ( $mm^2$ ) de datos observados y estimados a través de los métodos corregidos. Letras iguales en el sentido de las columnas indican que no existen diferencias significativas entre métodos ( $p < 0,01$ ).

Método	Promedio	Desv. Est.	Varianza
Observado	105,8 a	87,9	7723,9
TRMMcor	102,7 a	79,9	6379,7
TRMMcor2	105,8 a	81,6	6664,9

La ecuación obtenida con todos los datos agrupados para la estimación de las precipitaciones fue:

$$TRMMcor2 = 0,666 * TRMM + 3,568 \quad (3)$$

siendo  $TRMMcor2$  la precipitación mensual estimada y  $TRMM$  el dato de precipitación mensual del producto TRMM 3B43.

## CONCLUSIONES

La estimación de las precipitaciones mediante TRMM presentó un mayor ajuste, pero también un mayor error en comparación con ambos métodos de interpolación. Sin embargo, dado que para TRMM una menor proporción de ese error fue de tipo aleatorio, fue posible corregirlo.

Además, el método que utiliza la ecuación de regresión con todos los datos agrupados podría utilizarse para la estimación de las precipitaciones en aquellas zonas de la provincia de Entre Ríos donde no se encuentren estaciones meteorológicas.

## REFERENCIAS

Campos, A. N.; Schibber, E. F.; García, A. G. 2014. Evaluación de la información satelital para el estudio de la dinámica hidrológica de la Llanura Pampeana. IFRH 2014. Disponible en: <http://www.ina.gov.ar/ifrh-2014/?seccion=3>. [fecha de consulta: 04/04/16].

Duan, Z.; Bastiaanssen, W. G. M. 2013. First results from Version 7 TRMM 3B43 precipitation product in combination with a new downscaling–calibration procedure. Remote Sensing of Environment 131: 1-13.

Karaseva, M. O.; Prakash, S.; Gairola, R. M. 2012. Validation of high-resolution TRMM-3B43 precipitation product using rain gauge measurements over Kyrgyzstan. Theor. Appl. Climatol. 108:147–157.

Lavado Casimiro, W. S.; Labat, D.; Guyot, J. L.; Ronchail, J.; Ordoñez, J. J. 2009. Validación de lluvia



- 1 utilizando TRMM en dos cuencas amazónicas  
2 peruanas y su aplicación en modelos mensuales de  
3 balance hídrico. Rev. Peruana Geo-Atmosf. 1: 11-19.  
4 Rozante, J. R.; Moreira, D. S.; de Goncalves, L. G. G.;  
5 Vila, D. A. 2010. Combining TRMM and Surface  
6 Observations of Precipitation: Technique and  
7 Validation over South America. Weather and Forecast  
8 25: 885-894.  
9 Smith, E. P.; Rose, K. A. 1995. Model goodness-of-fit  
10 analysis using regression and related techniques.  
11 Ecological Modeling 77: 49-64.
- 12