

# XLVIII Coloquio Argentino de Estadística

VI JORNADA DE EDUCACIÓN ESTADÍSTICA "MARTHA DE ALIAGA"

27 al 30 oct 2020

Poster:

## ***Ajuste de valores de precipitaciones mensuales estimados por satélites TRMM y GPM en seis estaciones climáticas de las provincias de Jujuy y Salta***

*Juan Manuel Solis, Fabio Alabar, Rafael Hurtado, Sebastián León Ruiz*



Esta obra está bajo una  
Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial 4.0  
Internacional



FACULTAD  
DE CIENCIAS  
ECONÓMICAS



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



# Ajuste de valores de precipitaciones mensuales estimados por satélites TRMM y GPM en seis estaciones climáticas de las provincias de Jujuy y Salta

SOLIS, J. M.<sup>1,3</sup>, ALABAR, F.<sup>2,3</sup>, HURTADO, R.<sup>2</sup>, LEÓN RUIZ, S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Bioestadística y Diseño experimental, Universidad Nacional de Jujuy

<sup>2</sup> Cátedra de Agroclimatología y Diseño experimental, Universidad Nacional de Jujuy

<sup>3</sup> Centro de Estudios en Bioestadística, Bioinformática y Agromática, UNJu



## Introducción

los modelos generados por algoritmos predictivos a partir de datos de sensores remotos TRMM Y GPM.

Una alternativa para conocer el comportamiento de las precipitaciones en sitios donde las mediciones de lluvia a campo a partir de pluviómetros convencionales es irregular o escasa, es a través de su **estimación por sensores remotos**. El *Centro Goddard de Ciencias de la Tierra y Servicios de Datos e Información* de la NASA, sede de los archivos de datos de los proyectos de la Misión de Medición de Lluvias Tropicales (TRMM) y de la Medición Global de Precipitación (GPM), ha desarrollado una interfase web para proveer información de varios satélites para todas las zonas del mundo a través de la página en línea Giovanni NASA (Montoya, 2016).

## Metodología

Para el estudio se empleó una serie de 18 años de precipitaciones mensuales (2000 a 2017) registradas en seis estaciones climáticas de Jujuy y Salta: Romain, Jujuy Aero, La Quiaca, Tartagal, Orán y Salta (datos provistos y consistidos por el Servicio Meteorológico Nacional) disponible en el Servicio de Información Agroclimática de Jujuy (<http://www.siaj.fca.unju.edu.ar/>), y los datos de precipitaciones mensuales estimados por los sistemas TRMM y GPM en esos puntos, descargados de GIOVANNI NASA (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>).

cuadrático medio (RMSE) y el sesgo (MBE), obteniéndose luego las medianas de dichos estimadores a partir de las series de remuestros, los cuales fueron comparados para la selección del mejor modelo de ajuste. Los modelos de regresión fueron ajustados con la función *gls()* y los ciclos de re-muestreo se realizaron con la función *boot()* del programa estadístico R.

Algunos estudios de validación de modelos de estimación de precipitaciones consideran aceptable la estimación cuando el coeficiente de correlación (*rho*) entre los valores predichos y los observados en superficie es mayor a 0.95 (Coaquira Quispe et al. 2019), el sesgo ( $MBE = \frac{\sum(X_{est} - X_{obs})}{n}$ ) porcentual menor a 30 (Lujano Laura et al. 2015) y el error cuadrático medio ( $RSME = \sqrt{\frac{\sum(X_{est} - X_{obs})^2}{n}}$ ) menor a 14 (dos Santos et al. 2019).

Por medio de ciclos de re-muestreo con reposición o “*bootstrap*” (1000 iteraciones), se evaluaron diferentes modelos en los que la variable respuesta fue la precipitación mensual observada en superficie, y la variable regresora fue la precipitación mensual estimada (por sistema TRMM y GPM), pudiendo incluir o no los factores Mes y/o Estación Climática dentro de los efectos fijos. No se detectó auto-correlación en las observaciones, pero sí heterocedasticidad (método Breusch-Pagan) para niveles mensuales de precipitaciones, motivo por el cual los modelos comparados presentaron un ajuste ponderado por varianzas heterogéneas. Los modelos comparados fueron los siguientes:

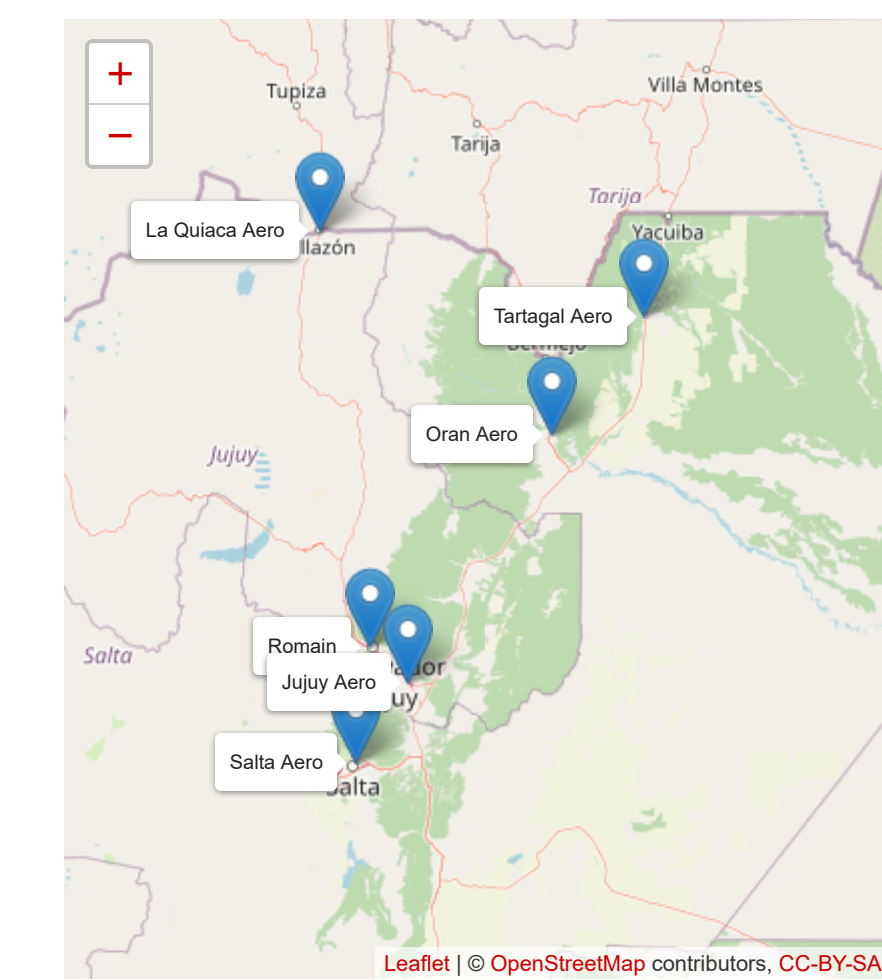


Figure 3: Estaciones climáticas de las provincia de Jujuy y Salta

En un trabajo reciente, Alabar, et. al (2020) evaluaron las estimaciones de precipitación mensual de TRMM y GPM con respecto a registros obtenidos en seis estaciones climáticas de las provincias de Jujuy y Salta, estimando los valores de *rho* (Spearman), *RMSE* y *MBE*.

## Resultados

Table 2: Indicadores por modelo según ajustes para TRMM

Indicador	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
AIC	4744.14	4724.72	4497.75	4494.72	4482.56	4259.50
RSME	31.67	31.01	28.86	31.66	31.09	113.37
MBE	2.46	2.34	1.92	3.06	2.04	2.03

Table 3: Indicadores por modelo según ajustes para GPM

Indicador	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
AIC	4823.75	4825.85	4548.10	4500.58	4484.11	4254.95
RSME	33.85	33.39	29.83	33.92	33.62	112.38
MBE	2.62	2.53	1.99	3.42	2.04	2.91

Table 1: Modelos comparados

Modelo	Fórmula	Descripción
1	$f(Y) = \beta f(X) + \varepsilon$	Una covariable con efectos fijos
2	$f(Y) = \beta f(X) + \gamma + \varepsilon$	Una covariable y un factor (Mes) con efectos fijos
3	$f(Y) = \beta f(X) + \gamma + \varepsilon$	Una covariable y dos factores (Mes y Estación) con efectos fijos
4	$G(f(Y)) = G(\beta f(X)) + G(\varepsilon)$	Una covariable con efectos fijos, ponderada por variancia simple con respecto a Mes
5	$G(f(Y)) = G(\beta f(X)) + G(\gamma) + G(\varepsilon)$	Una covariable y un factor (Mes) con efectos fijos, ponderada por variancia simple con respecto a Mes
6	$G(f(Y)) = G(\beta f(X)) + G(\gamma) + G(\varepsilon)$	Una covariable y dos factores (Mes y Estación) con efectos fijos, ponderada por variancias simples con respecto a Mes y Estación

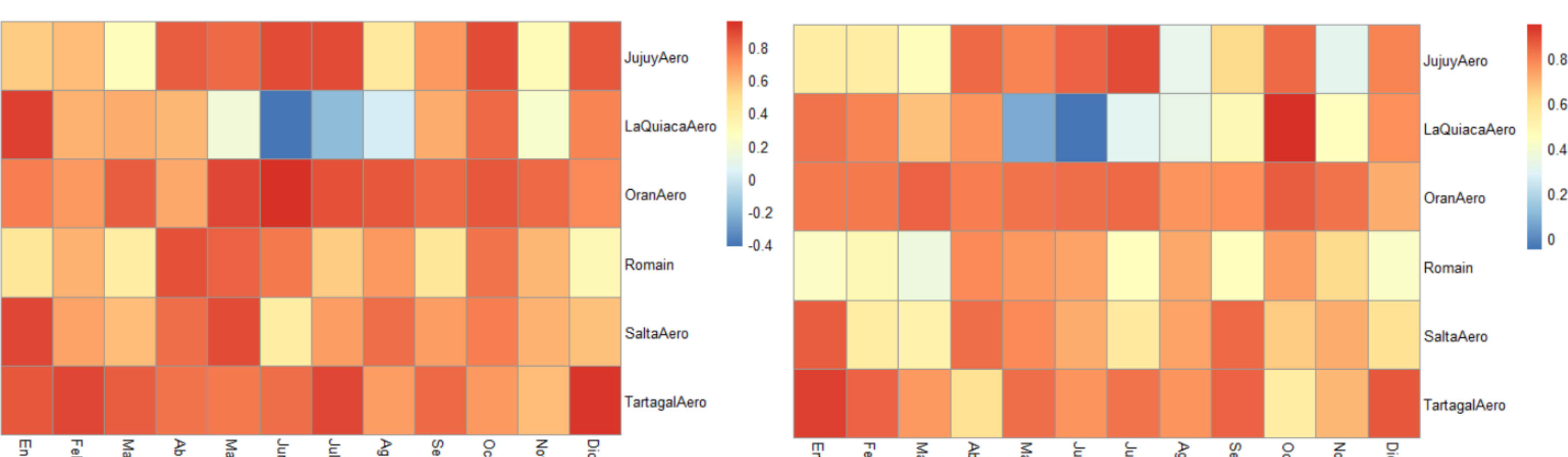


Figure 1: Valores de rho mensuales para TRMM (izquierda) y GPM (derecha) evaluados por estación.

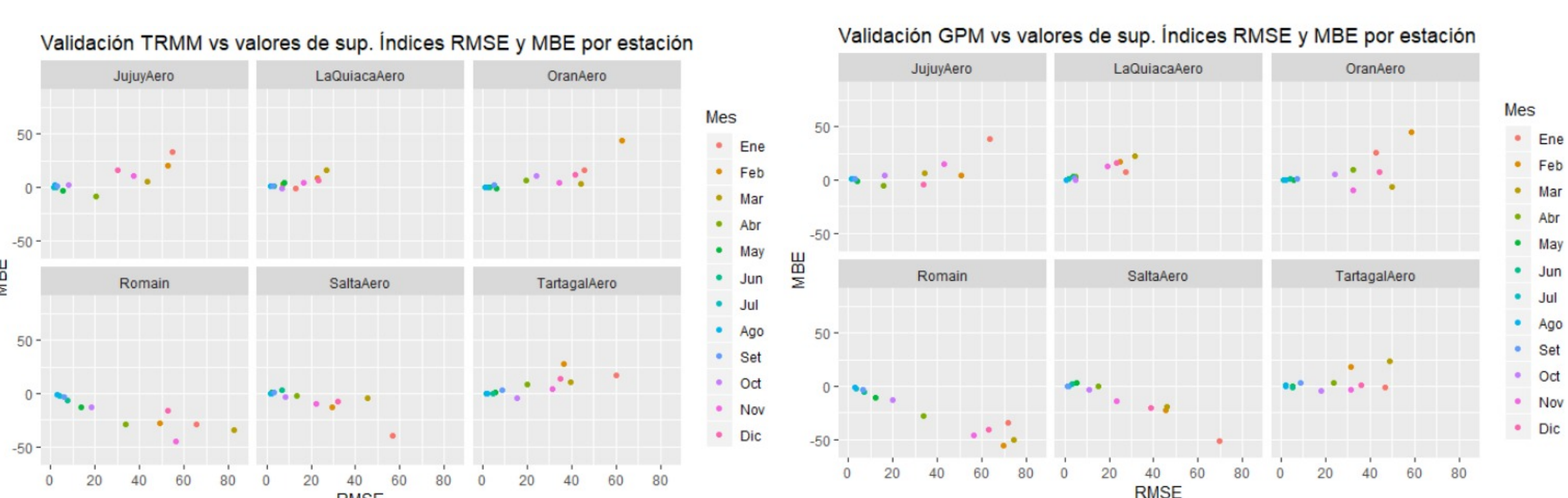


Figure 2: Valores de SRME y MBE para TRMM y GPM evaluados por estación.

Los valores de *rho* indicaron una performance variable en las estimaciones según el mes y la estación climática (Figura 1). También se observó una tendencia a presentar mayores valores de *MBE* (positivos o negativos) y *RMSE*, en los meses más lluviosos (Figura 2). En consecuencia, **el objetivo del presente trabajo fue comparar diferentes modelos lineales por mínimos cuadrados generalizados sencillos y de fácil aplicación para ajustar los valores de precipitaciones mensuales estimados por**

Donde  $f(Y)$  y  $f(X)$  son la raíz cuadrada de las precipitaciones mensuales medidas en superficie, y las estimadas por los modelos TRMM y GPM respectivamente,  $\beta$  el coeficiente de regresión para  $f(X)$ ,  $\gamma$  es un vector de coeficientes para los factores **Mes** y/o **Estación**,  $\varepsilon$  es el término aleatorio o residual, y  $G()$  es una función de ponderación por varianzas simples ( $\frac{1}{\sigma}$ ). Para cada modelo, se calculó su valor de AIC, el error

## Conclusión

Los modelos que incluyeron la variable regresora *precipitación mensual estimada* (por TRMM o GPM) y los factores *Mes* y *Estación* dentro de los efectos fijos fueron los que mejor ajustaron las estimaciones sobre las variables transformadas. Como criterio adicional, el modelo con ajuste de heterocedasticidad por mes únicamente (sin incluir la estación climática) fue considerado el más óptimo, con valores menores de RSME Y MBE, ya que permite la versatilidad de ajustar valores estimados de precipitaciones mensuales por los sistemas TRMM y GPM en sitios próximos a las estaciones climáticas.

## Referencias

