

Evaluación de una técnica de corrección para la estimación de la precipitación satelital en Córdoba (Argentina)

Lucas A. Gusmerotti^{1,2}, Carlos M. Di Bella^{3,4}, Gabriela Posse¹, Patricio A. Oricchio¹

¹ Instituto de Clima y Agua, CIRN, CNIA, INTA
gusmerotti.lucas@inta.gob.ar; posse.gabriela@inta.gob.ar;
oricchio.patricio@inta.gob.ar

² Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, FCAyF, UNLP

³ CONICET

⁴ Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información, FAUBA
carlos.m.dibella@gmail.com

Keywords: CHIRPS, sensores remotos, interpolación

Resumen extendido

La precipitación constituye uno de los factores más limitantes de la producción agropecuaria, sobre todo en sistemas de secano. Sin embargo, su elevada variabilidad espacio-temporal dificulta su estimación en áreas extensas. Los sensores remotos surgen como alternativa para proveer información espacialmente explícita sobre los eventos de precipitación a diferentes escalas, aunque su precisión depende en gran medida del intervalo temporal considerado. En los últimos años, se ha avanzado hacia la combinación de la información provista por estaciones meteorológicas y aquella proveniente de diferentes misiones satelitales [1,2,3]. El objetivo de este trabajo fue aplicar una técnica de corrección de la precipitación CHIRPS y evaluar su precisión en función de la densidad de estaciones meteorológicas disponibles.

El sitio de estudio comprendió la provincia de Córdoba, ubicada en la porción central continental de Argentina. Los registros de precipitación diaria (datos observados) se descargaron de la red provincial de estaciones meteorológicas [4]. Se consideró un total de 78 estaciones, de las cuales 68 fueron utilizadas para corregir la estimación satelital (estaciones de corrección). Las 10 estaciones restantes se emplearon para validar el producto final (estaciones de validación). Los datos satelitales se obtuvieron de la base de datos CHIRPS (*Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations*), la cual estima la precipitación en base a múltiples fuentes de información [5] y tiene una resolución espacial de 0.05° (5.5 km aproximadamente). Tanto los datos diarios observados como los satelitales se acumularon en períodos decádicos (cada diez días), mensuales y anuales. La metodología propuesta consistió en la corrección de la precipitación CHIRPS a través de la técnica *Regression Based Inverse Distance Weighting (RIDW)*[GPB1], que consiste en obtener la ecuación de regresión lineal entre las observaciones de las estaciones de corrección y los datos satelitales [3]. Así, para cada período temporal se multiplicaron las imágenes CHIRPS por los coeficientes obtenidos

en la regresión, a la cual fueron sumados los interceptos de la ecuación para obtener la imagen de tendencia satelital. Posteriormente, se obtuvo una imagen raster a partir de los residuales de cada estación mediante una interpolación IDW (*Inverse Distance Weighting*), la cual fue sumada al raster [deGPB2] tendencia para obtener el producto final corregido. En la validación del producto corregido, se determinó el coeficiente de correlación de Pearson (R), el bias relativo (BR) y la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) entre los valores observados en las estaciones de validación y los valores de precipitación corregidos. Además, se generaron círculos de validación de 80 km de radio (20.000 km^2) en cada una de las estaciones de validación como centroide para evaluar la influencia de la densidad de estaciones sobre la variabilidad en el error y en la precisión de la corrección [6]. En cada círculo se realizó un proceso iterativo consistente en la exclusión de una estación meteorológica sobre el total y la posterior corrección de la precipitación CHIRPS con las restantes. Este proceso se repitió hasta obtener 2 estaciones de corrección en cada círculo, la cantidad mínima para realizar la interpolación IDW. Los valores de densidad de estaciones=0 correspondieron a la imagen CHIRPS sin corregir. El análisis se complementó con la determinación de coeficiente de Nash-Sutcliffe (EfNS) y el Error Estándar de la Estimación (EES).

Los resultados mostraron que la exactitud de la estimación de la lluvia a través de CHIRPS se incrementa a medida que el intervalo de tiempo considerado es mayor. Las mejores estimaciones de CHIRPS se observaron en los períodos mensuales[GPB3], con un coeficiente de correlación total de 0.82, un BR de 0.08 y una RMSE de 33.54 mm. Por su parte, la menor correlación se observó en el período diario, con un R total de 0.56, un BR de 0.12 y una RMSE de 8.08 mm, lo cual indica que fue el período temporal que más sobreestimó la precipitación. En la validación del producto final, la estimación satelital corregida mediante la técnica RIDW aumentó R con respecto a los valores CHIRPS sin corregir, aunque en los intervalos diarios y decádicos la magnitud de la variación[GPB4] fue mucho mayor. La reducción en el BR indicó una menor sobreestimación de los valores de precipitación en el producto corregido. Además, en los períodos diarios, decádicos y mensuales la RMSE se redujo alrededor de un 35-40%; mientras que, en el período anual, la reducción se ubicó en torno al 50%. Por otro lado, CHIRPS tiende a subestimar los valores altos de precipitación y a sobreestimar los valores altos (superiores a 5, 30 y 150 mm para los intervalos diarios, decádicos y mensuales respectivamente) [7]. El análisis de la variabilidad de la correlación espacial en función de la densidad de estaciones meteorológicas se realizó sólo para el período decádico, dado que las lluvias ocurridas en un intervalo decádico proporcionan información de interés para diversas aplicaciones agronómicas. En todos los años la correlación es menor y el error en la metodología propuesta se incrementa a medida que disminuye la cantidad de estaciones empleadas en la corrección. Así, cuando se corrigió la precipitación CHIRPS con una densidad superior a 8-10 estaciones cada 20.000 km^2 se alcanzaron valores de RMSE y EES $< 10 \text{ mm}$, mientras que el R y el EfNS fueron superiores a 0.85 en los 3 años considerados. Se concluyó que la corrección de la base de datos CHIRPS mediante el uso de estaciones meteorológicas y la técnica RIDW permite obtener un producto que representa la distribución espacial de las precipitaciones en la provincia de Córdoba.

Referencias

1. Rozante, J. R., Moreira, D. S., de Conclaves, L. L. G. and Vila, D. A. Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation over South America. *Weather and Forecasting* 25, 885-894 (2010).
2. Martens, B., Cabus, P., De Jongh, I. and Verhoest, N. E. C. Merging weather radar observations with ground-based measurements of rainfall using an adaptive multicubic surface fitting algorithm (en línea). *Journal of hydrology* 500, 84- 96 (2013).
3. Preatoni, V., Pazos, F., Campos, A. and Verrastro, S. Corrección de mapas satelitales de precipitación mediante el uso de pluviómetros. Repositorio Institucional Abierto, Universidad Tecnológica Nacional. *Revista Proyecciones* 14, 1 (2016).
4. Página Principal de la Red de estaciones meteorológicas de la Provincia de Córdoba. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba. <https://magya.omixom.com/>. Último acceso: 07/06/2022.
5. Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J. A. and Michaelsen, J.: The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data* 2, 150066 (2015).
6. Joseph, V. R. and Kang, L: Regression-based Inverse Distance Weighting with Applications to computer experiments. *Technometrics* 53(3), 254-265 (2011).
7. Paredes-Trejo, F., Barbosa, H. A. and Lakshi Kumar, T. V. Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. *Journal of Arid Environments* 139, 26-40 (2017).
8. Paredes-Trejo, F., Barbosa, H. A. and Lakshi Kumar, T. V. Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. *Journal of Arid Environments* 139, 26-40 (2017).