

# VERIFICACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ESTIMADA CON INFORMACIÓN SATELITAL Y TERRESTRE EN UN BALANCE HIDROLÓGICO

Bontempi\*, M.E.<sup>1</sup>; Rossi Lopardo, M.S.<sup>1</sup>; Fernández Long, M.E.<sup>2</sup>; Spennemann, P.C.<sup>1,3,5</sup>; Gattinoni, N.N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Av. Dorrego 4019. CABA, Argentina.

<sup>2</sup>Climatología y Fenología Agrícolas, UBA, Facultad de Agronomía, Av. San Martín 4453. CABA, Argentina

<sup>3</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Ciencia y Tecnología (CONICET), Buenos Aires, Argentina

<sup>4</sup>Instituto de Clima y Agua, INTA, Nicolás Repetto y de los Reseros s/n, C.P. 1686, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

<sup>5</sup>Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF), Buenos Aires, Argentina.

\*Contacto: ebontempi@smn.gov.ar

**Palabras clave:** sensores remotos; humedad del suelo; observaciones in situ.

## INTRODUCCIÓN

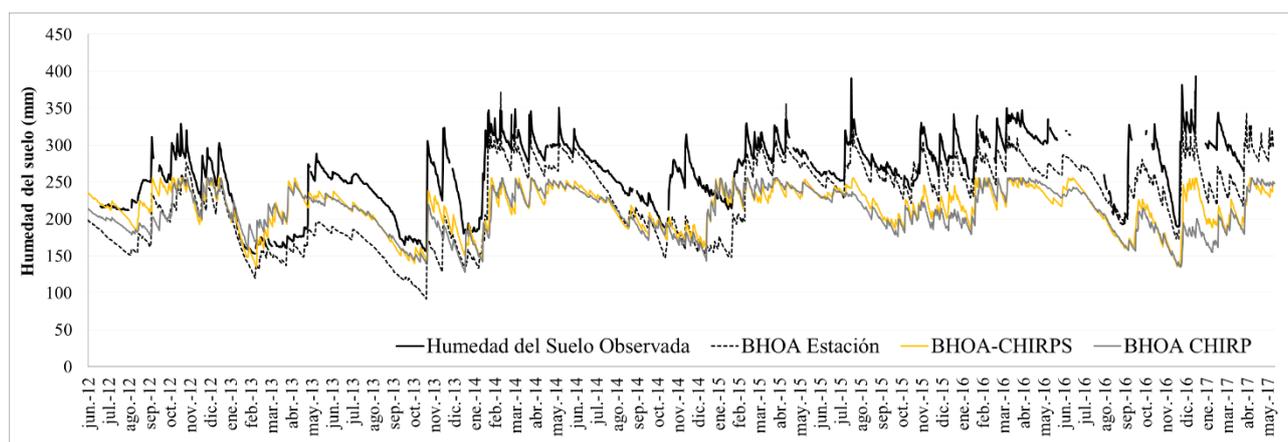
El modelo de Balance Hidrológico Operativo para el Agro (BHOA, Fernández Long *et al.*, 2012) constituye una herramienta fundamental para la decisión de manejo del sector agrícola, principalmente porque contribuye al monitoreo diario del almacenaje de agua del suelo, representando su variabilidad temporal en forma operativa (Fernández Long *et al.*, 2018). Su desempeño fue evaluado como satisfactorio al compararlo con mediciones de humedad del suelo realizadas *in situ* en varios trabajos anteriores (Veliz *et al.*, 2014; Veliz *et al.*, 2016; Gattinoni *et al.*, 2017). La baja densidad de estaciones meteorológicas en Argentina es una fuerte limitante en la estimación de modelos que utilizan la precipitación como variable de entrada principal (Fernández Long *et al.*, 2018). Esta problemática propone grandes desafíos, orientados al desarrollo de nuevas y mejores técnicas de interpolación de los datos observados. Adicionalmente, en los últimos años, la creciente disponibilidad de información satelital ha contribuido a mejorar el conocimiento de la distribución espacial de la precipitación. Sin embargo, dicha información debe ser suministrada en forma operativa y debe contar con una validación con información de campo, con el objetivo de conocer los sesgos asociados a la estimación para cada región. En el año 2015, la Universidad de California puso a disposición un producto que combina información satelital y climatología de los datos provenientes de las estaciones meteorológicas, conocido como CHIRP (por sus siglas en inglés de Precipitación Infrarroja del Grupo de Amenazas Climáticas). La misma base de datos, con la posterior corrección con datos observados (CHIRPS), constituye una mejora sobre CHIRP pero con la desventaja de no ser operativa (Funk *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo es evaluar la información resultante del BHOA a partir de información CHIRP y CHIRPS, comparándolas con la serie de datos proveniente del sensor de humedad del suelo instalado en la localidad de Venado Tuerto en la provincia de Santa Fe. Se espera que este análisis contribuya a una mejora en la decisión y elección adecuada de la fuente de datos para la estimación del perfil de agua del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la estimación del BHOA a partir de datos de precipitación de tres fuentes: (1) estación meteorológica de referencia del Servicio Meteorológico Nacional (2) CHIRP y (3) CHIRPS para el periodo comprendido entre el 01/06/2012 al 15/05/2017, en la estación de Venado Tuerto (33.68°S, 61.96°W). Los datos de humedad del suelo fueron obtenidos de las mediciones a campo provenientes del sensor de humedad del suelo instalado en Venado Tuerto, transformados de datos horarios a diarios. Estos pertenecen a la Red Telemétrica de Humedad del Suelo (RTHS) implementada por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) en el año 2012, en el marco del proyecto SAOCOM (Basualdo *et al.*, 2017). Se procesaron los datos diarios de precipitación CHIRP y CHIRPS, remuestreados a una grilla de 10 km, utilizando el promedio de píxeles comprendidos en un radio de 15 km del punto de la estación de Venado Tuerto. Para realizar las comparaciones correspondientes entre los datos observados y cada estimación (BHOA Estación, BHOA CHIRP y BHOA CHIRPS), se calcularon tres coeficientes estadísticos: (1) Correlación (CORR), (2) Raíz del Error Cuadrático Medio Normalizado (NRMSE, por sus siglas en inglés) y (3) Sesgo o BIAS. A modo de verificación, se calcularon también los coeficientes estadísticos mencionados entre los datos de precipitación observada y los datos de precipitación estimada por CHIRP y CHIRPS, en la estación de Venado Tuerto, provincia de Santa Fe.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las series de humedad del suelo (Figura 1) muestran una coincidencia aceptable de los periodos secos y húmedos entre las series CHIRP/CHIRPS y las observaciones *in situ*, que explican la modulación acorde a la serie del sensor de humedad en cuanto a las recargas/secamientos. Tanto CHIRP como CHIRPS muestran una tendencia a subestimar los valores extremos de precipitación, lo que se ve reflejado en las salidas del modelo como recargas de menor magnitud a las que muestran los resultados con datos observados. Los valores más bajos de lluvia (10-30 mm) están mejor representados (con una leve sobreestimación) y la pendiente de la curva en los períodos de secamiento tiene un ajuste adecuado a las observaciones *in situ*, tal como ya se había observado en trabajos anteriores (Gattinoni *et al.*, 2017).



**Figura 1:** Serie temporal de humedad del suelo (mm) medidas en la estación de Venado Tuerto RTHS (línea negra), y estimadas del BHOA Estación (línea negra punteada), BHOA CHIRP (línea gris) y BHOA CHIRPS (línea amarilla), para el periodo 01-06-2012 al 15-05-2017.

Los coeficientes NRMSE, BIAS y CORR presentan valores disímiles. El BHOA estimado a partir de datos de estación presenta mejores valores de correlación y menor BIAS que los estimados con CHIRP y CHIRPS, aunque las tres estimaciones tienden a subestimar el contenido de humedad del suelo. Por otro lado, el NRMSE de las tres estimaciones resultó ser muy similar entre ellas (Tabla 1). En cuanto al análisis de la precipitación, las series CHIRP y CHIRPS evaluadas respecto a los datos observados, presentan valores similares para los parámetros NRMSE, una correlación de 0.43 y 0.54 (CHIRP y CHIRPS respectivamente) y una diferencia sustancial en el BIAS.

	(A)BHOA - Estación Meteorológica	(B) BHOA -CHIRP	(C)BHOA - CHIRPS	(D) Precipitación CHIRP-Estación	(E) Precipitación CHIRPS-Estación
(1) Correlación	0.87	0.50	0.63	0.43	0.54
(2) NRMSE	0.38	0.39	0.38	3.31	3.03
(3) BIAS %	-5.40	-11.47	-9.34	0.55	7.45

**Tabla 1:** Coeficientes estadísticos ((1) CORRELACIÓN, (2) NRSME, (3) BIAS) calculados entre los datos observados del sensor de humedad del suelo y el BHOA estimado a partir de las tres fuentes de precipitación (A) estación meteorológica, (B) estimación CHIRP, (C) estimación CHIRPS y entre los datos observados de la estación meteorológica de referencia y los datos de precipitación estimada (D) CHIRP y (E) CHIRPS, para el periodo 01/06/2012 al 15/05/2017.

## CONCLUSIONES

A pesar de que la evaluación estadística no haya resultado satisfactoria, es importante destacar que el BIAS, al ser un error sistemático, puede ser corregido. Además, resulta de interés seguir investigando en otras regiones sobre éste y otros productos satelitales, manteniendo el objetivo claro de la elección adecuada de la fuente de datos para la estimación del perfil de agua del suelo, que contribuya a la mejora de la resolución espacial del modelo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la CONAE por los datos brindados.

## REFERENCIAS

- Basualdo, A.; Berberly, H.; Hidalgo, C. 2017. Joint Assessment of Soil Moisture Indicators, (JASMIN), for southeastern South America. 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Editorial Facultad de Agronomía. Libro digital, PDF.
- Fernández Long, M.E.; Gattinoni, N.N.; Spennemann, P. 2018. Inter-Comparación y validación de simulaciones de la humedad del suelo en la Pampa Húmeda. En XVII Reunión Latinoamericana de Agrometeorología.
- Fernández Long, M.E.; Spescha, L.; Barnatán, I. y G. Murphy. 2012. Modelo de Balance Hidrológico Operativo para el Agro (BHOA). Rev. Agronomía & Ambiente 32(1-2): 31-47. FA-UBA, Buenos Aires, Argentina.
- Funk, C.; Peterson, P.; Landsfeld, M.; Pedreros, D.; Verdin, J.; Shukla, S.; Husak, G.; Rowland, J.; Harrison, L.; Hoelln, A. & Michaelsen, J. 2015. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. Sci Data 2, 150066.
- Gattinoni, N.N.; Spescha, L.B. y Fernández Long, M.E. 2017. Comparación entre datos de humedad del suelo medidos in situ y datos estimados en el sur de Santa Fe. Jornada PIUBACC.
- Veliz, A. E; Casagrande, G.A.; Fernández Long, M.E.; Spescha, L.B. 2014. Comparación entre mediciones y estimaciones de almacenaje de agua del suelo en la región pampeana. En Reunión Binacional Uruguay-Argentina de Agrometeorología; Piriápolis; Uruguay.
- Veliz, A. E; Fernández Long, M.E.; Spescha, L.B. 2016. Comparación entre mediciones y estimaciones de almacenaje de agua del suelo en la región pampeana húmeda. En VIII Reunión Latinoamericana de Agrometeorología, Chubut, Argentina.