



Servicio  
Meteorológico  
Nacional

# Aplicación de una metodología de sustitución de datos faltantes de precipitación al modelo BHOA



Bontempi, M.E.<sup>1\*</sup>; Fernández Long, M.E.<sup>2</sup>; Ferreira, L.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servicio Meteorológico Nacional, Departamento de Agrometeorología. Avenida Dorrego 4019 (C1425GBE) CABA

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía (UBA), Cátedra de Climatología. Av. San Martín 4453 (1417) CABA

\*Contacto: ebontempi@smn.gov.ar

## Introducción

Los modelos de humedad del suelo son particularmente sensibles a la precipitación incorporada al sistema, por lo que la calidad de este dato tiene una importancia fundamental. Las series no admiten datos faltantes. El modelo de Balance Hidrológico Operativo para el Agro (BHOA, Fernández Long *et al.*, 2012) considera los datos faltantes de precipitación como ceros, como una simplificación de tomar el valor de la mediana, considerando que en casi todas las estaciones argentinas éste es el valor más frecuente.

El objetivo de este trabajo es introducir una mejora en el modelo BHOA, realizando una estimación más ajustada a la realidad de los datos faltantes de lluvia que alimentan el modelo. Se aplica la metodología del Cociente Normal propuesto por Paulhus y Kohler (1952), escogida por su simplicidad frente a otros métodos, dado que los resultados fueron analizados en las diversas regiones bioclimáticas de Argentina por Antelo y otros (2014), y en la mayoría de ellas presenta un ajuste razonablemente bueno y comparable con los otros métodos testeados en el mismo trabajo. La publicación antedicha destaca la dificultad que representan la escasez y distribución deficiente de estaciones meteorológicas, así como la dinámica localizada y esporádica de las precipitaciones, para su representación, cualquiera sea la metodología utilizada.

## Datos utilizados y metodología

Se trabajó con los datos de 111 estaciones meteorológicas del SMN y otras 6 más, también del SMN, que reportan datos diarios en las cuales no se ejecuta el modelo por falta de información de suelos. El método empleado consiste en la estimación del dato faltante a partir de las observaciones de estaciones de referencia mediante el siguiente cálculo:

$$pp_E = \frac{A_1 pp_1 + A_2 pp_2 + A_3 pp_3}{3} \quad (1), \text{ donde:}$$

$pp_E$ : precipitación diaria estimada.

$pp_i$ : precipitación diaria observada en la estación de referencia  $i$ .

$A_i$ : coeficiente de ponderación respecto de la estación de referencia  $i$ , que se calcula como:

$$A_i = \frac{pp_{AE}}{pp_{Ai}} \quad (2), \text{ siendo:}$$

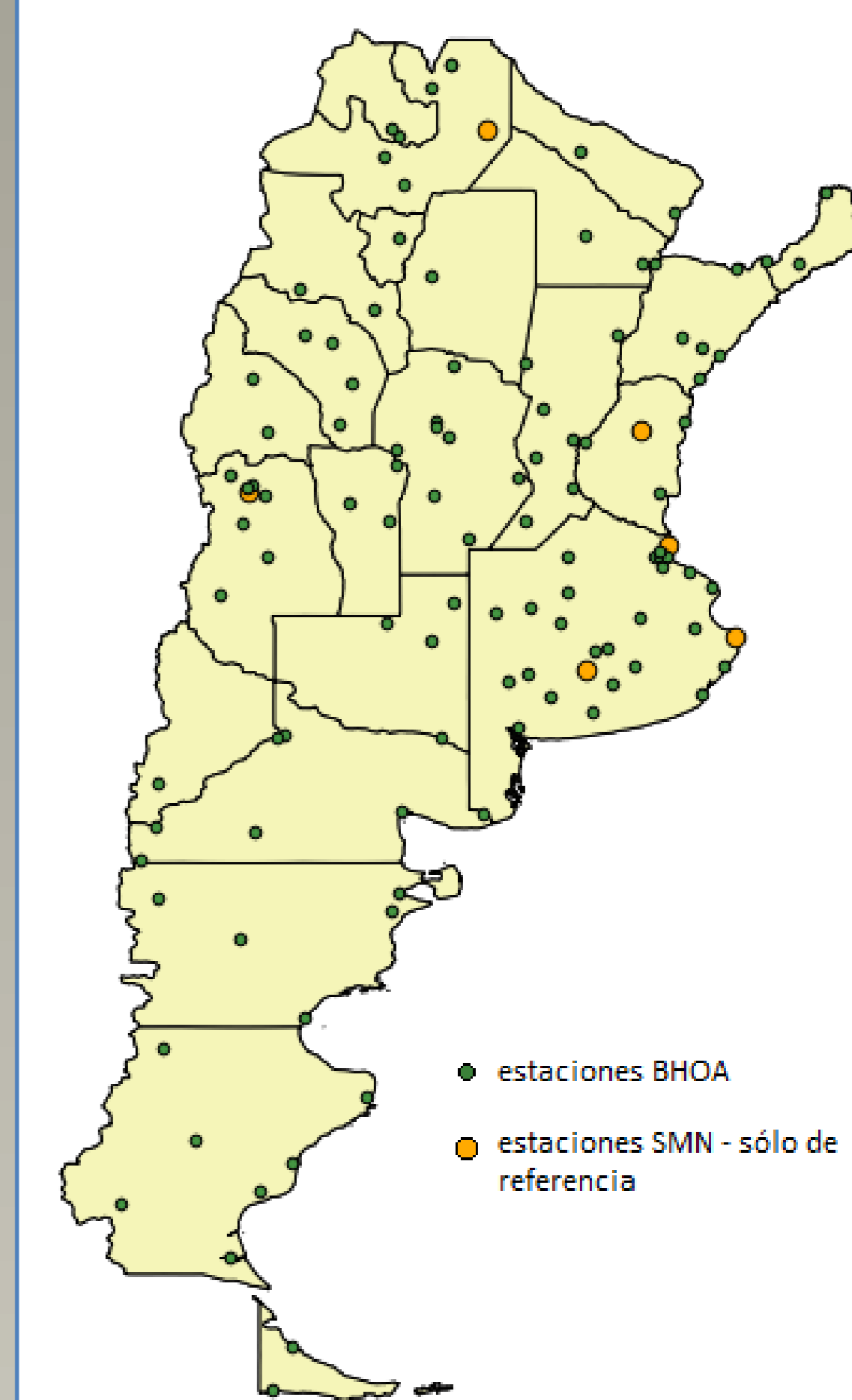
$pp_{AE}$ : precipitación anual media de la estación estimada.

$pp_{Ai}$ : precipitación anual media de la estación de referencia  $i$ .

Para hacer efectiva la aplicación de la metodología elegida, se identificaron cinco estaciones ordenadas según su representatividad de la estación a estimar. De estas cinco localidades, se toman para el cálculo de  $pp_E$  las tres primeras que tengan dato observado el día del cálculo. La elección de las cinco estaciones de referencia de cada estación se realizó tomando como criterio general las estaciones cercanas que presentaban mejores correlaciones con la estación a estimar, pero se consideró también la similitud entre las ondas anuales y, en algunos casos, la topografía de la zona. Por esto, el orden con que se prioriza a las cinco estaciones de referencia no responde estrictamente al valor de la correlaciones lineales.

Para la verificación de la metodología se utilizaron las estimaciones satelitales de precipitación del Hidroestimador con resolución de 4 km provisto por el SMN.

## Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas

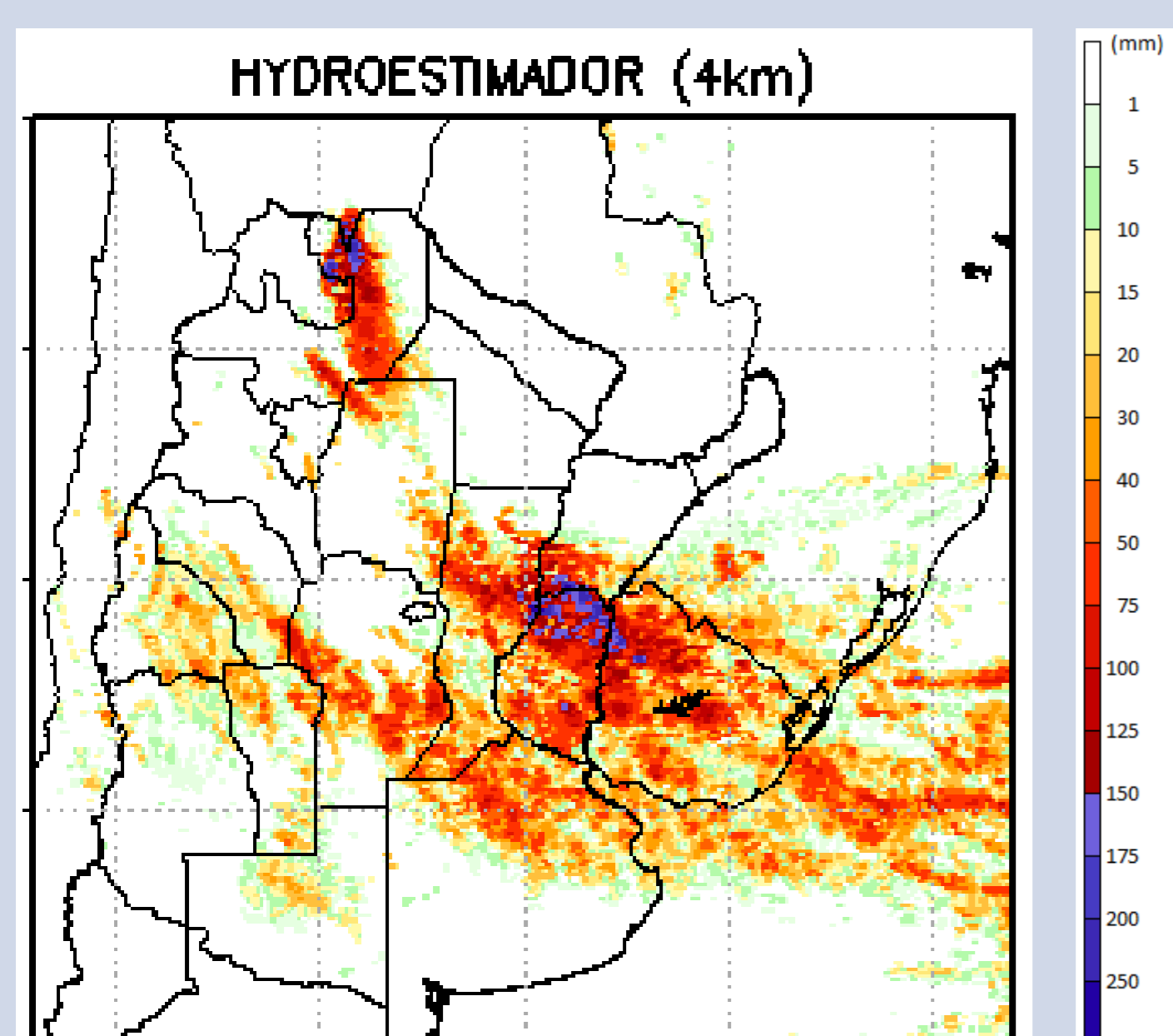


## Resultados

### Verificación de las estimaciones

Estimaciones obtenidas con la metodología propuesta y campo de precipitaciones acumuladas en 24 horas estimadas con datos satelitales correspondientes al día 6/4/2016:

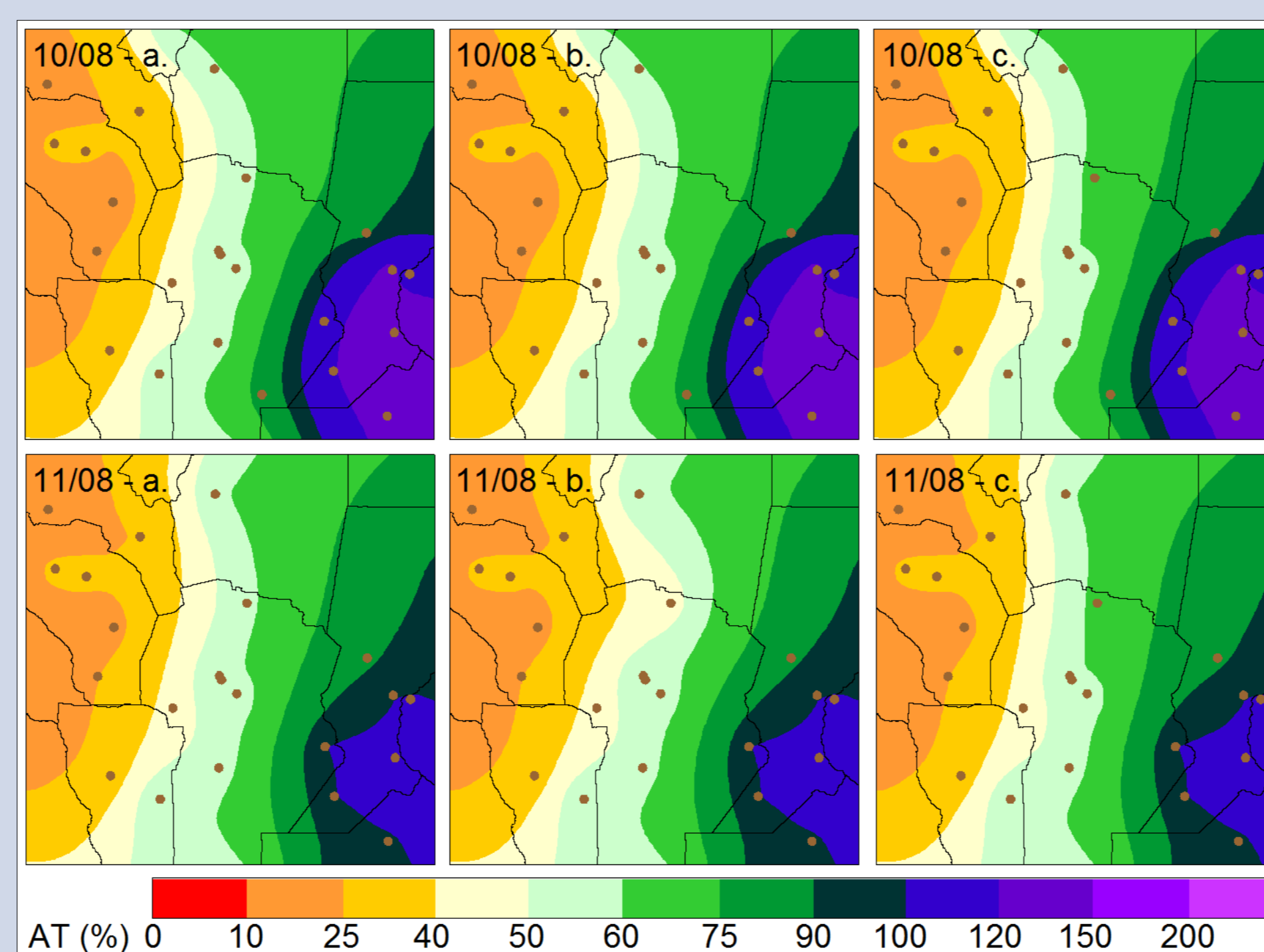
Estación	provincia	Valor estimado
CuruzúCuatiá	Corrientes	4.8 mm
Jáchal	San Juan	1.6 mm
Chepes	La Rioja	12.9 mm
La Flores Aero	Buenos Aires	0.0 mm



Se observa una correspondencia aproximada entre los valores estimados por el método del Cociente Normal y los obtenidos del análisis del Hidroestimador.

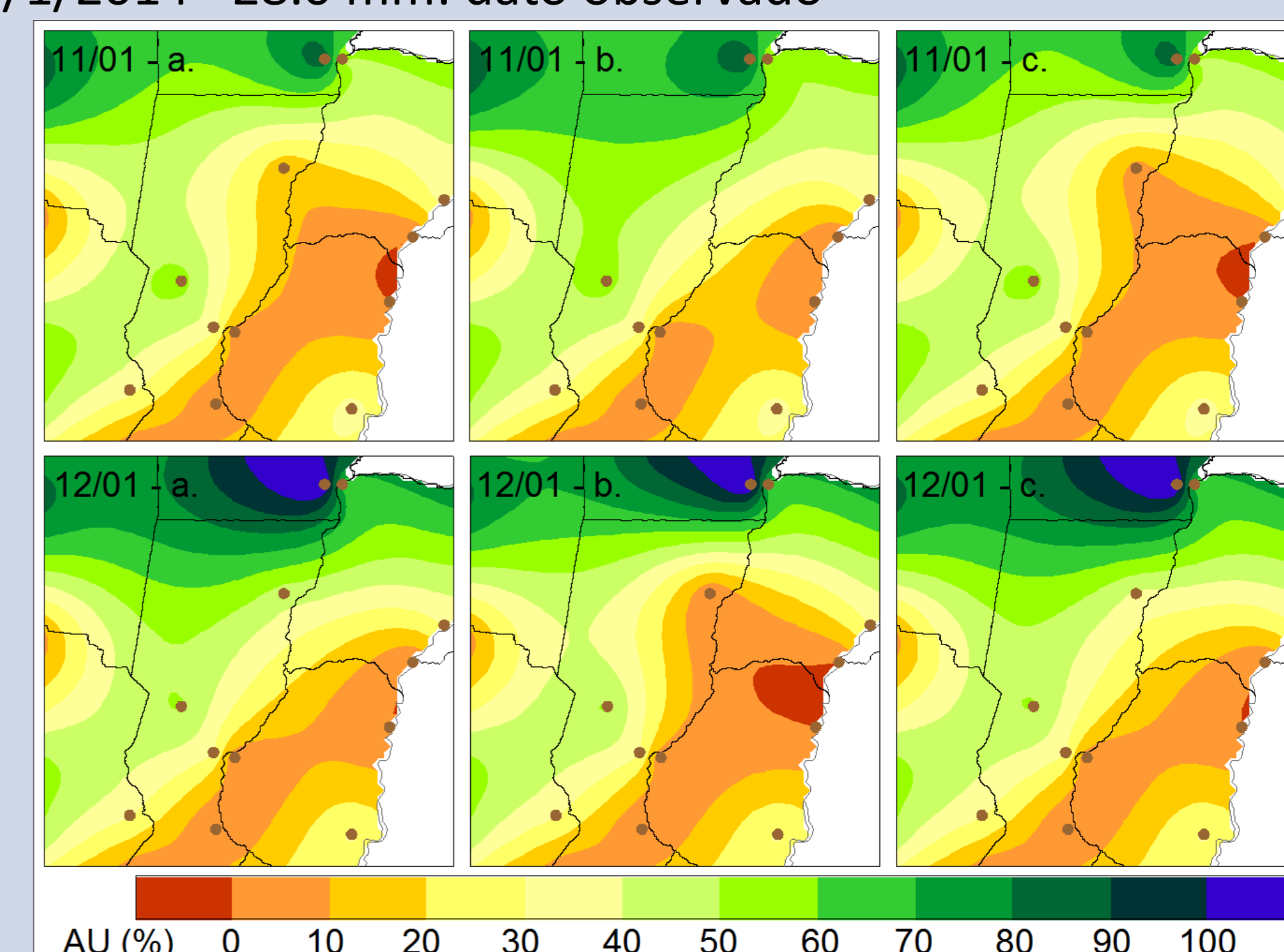
### Salidas del modelo con y sin sustitución de datos faltantes

**Caso 1:** montos de pp en Villa María del Río Seco (Córdoba):  
Del 2/5/2015 al 9/8/2015= 31.8 mm (11 días con pp)  
10/8/2015= a) 26.0 mm: dato observado  
b) 0.0 mm: rellenado tradicional si faltara el dato  
c) 38.9 mm: dato calculado con el método del Cociente Normal  
11/8/2015= sin precipitación



Si bien el dato estimado por el método del Cociente Normal sobreestimó al valor real, el error introducido en el campo de agua total por este método resulta menor, en términos absolutos, que el resultante de considerar  $pp = 0$ .

**Caso 2:** montos de pp en Reconquista (Santa Fe):  
Del 15/12/2013 al 31/12/2013= sin precipitación  
Del 1/1/2014 al 10/1/2014= 15.4 mm: dato observado  
11/1/2014= a) 37.0 mm: dato observado  
b) 0.0 mm: rellenado tradicional si faltara el dato  
c) 32.0 mm: dato calculado con el método del Cociente Normal  
12/1/2014= 28.0 mm: dato observado



Se observa una mejor aproximación al campo de agua útil real con la implementación de la metodología propuesta que con la sustitución por 0 mm, principalmente en el día posterior al del dato estimado.

## Conclusiones

- ✓ La subestimación de la recarga de humedad en los suelos genera un error que se propaga hacia los días subsiguientes, por lo menos hasta la primera ocurrencia de un monto considerable de precipitación. La metodología propuesta emplea información del entorno de las estaciones sin dato y permite, en muchos casos, corregir este error. El método es más robusto durante el verano, cuando la demanda atmosférica es máxima y por ende es mayor la sensibilidad del sistema a las sequías.
- ✓ La mayor fuente de error absoluto en las estimaciones está dada por la ocurrencia de eventos localizados intensos, tanto si se verifican en la estación a estimar (subestimación) como en las estaciones de referencia (sobrestimación).
- ✓ Se puede concluir que la implementación de la metodología constituye una importante mejora en el modelo en términos de ciclos húmedos - secos.

