

**SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL**  
**Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación**

Departamento: Investigación y Desarrollo

Título: **“Comportamiento de productos de humedad del suelo satelitales en la llanura pampeana: análisis de extremos utilizando el índice de precipitación estandarizado (IPE)”**

Autores: Francisco Grings, Mercedes Salvia, Federico Carballo, María Eugenia Dillon, Estela Collini, Diana Dominguez, Haydee Karszenbaum

Lugar: Congremet XII, Mar del Plata-Argentina

Fecha: 26 al 29 de Mayo de 2015

*Tipo de documento:* Póster

*Número de documento:* **0014ID2015**

# COMPORTAMIENTO DE PRODUCTOS DE HUMEDAD DEL SUELO SATELITALES EN LA LLANURA PAMPEANA: ANÁLISIS DE EXTREMOS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADO (IPE)

F. Grings<sup>1</sup>, M. Salvia<sup>1</sup>, F. Carballo<sup>1</sup>, M.E. Dillon<sup>2,3,4</sup>, E. Collini<sup>3,5</sup>, D. Dominguez<sup>3</sup>, H. Karszenbaum<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Instituto de Astronomía y Física del Espacio  
<sup>2</sup>CONICET  
<sup>3</sup>Servicio Meteorológico Nacional  
<sup>4</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN,UBA  
<sup>5</sup>Servicio de Hidrografía Naval

verderis@gmail.com mercedessalvia@gmail.com



## Introducción

Actualmente, existen varios sistemas satelitales que producen productos operacionales de humedad del suelo (HS) a escala global. Se basan en modelos de transferencia radiativa que utilizan las mediciones de variables físicas de sistemas satelitales en microondas tanto pasivas como activas (e.j. AQUARIUS, ASCAT, SMOS, AMSR-E). En el caso particular de la llanura pampeana, estos productos presentan patrones espacio temporales diferentes entre sí para el mismo período y área. Estas discrepancias se observaron también en otras partes del globo y se trata de un tema muy activo en este momento ya que todos los productos de alguna manera muestran correspondencia con mediciones y demostraron utilidad en modelos de asimilación para distintas aplicaciones (predicción, análisis de acople, modelos de escorrentía, otros).

Esto nos lleva a formularnos **cuáles son los productos satelitales de HS actuales que mejor representan los patrones espacio temporales de la llanura pampeana**. Con el objetivo de tratar de responder esta pregunta, **este trabajo analiza el comportamiento de tres productos de obtención de humedad del suelo basados en los sistemas en microondas pasivas SMOS y Aquarius y el sistema en microondas activas ASCAT**.

## Objetivos

- **Analizar estos productos de manera cuantitativa a través de distintas técnicas de análisis (por ej. de anomalías espaciales y temporales, Triple Collocation [1], otros)**
- **Comparar con el producto HS 0-10 cm del modelo NOAA del GLDAS (Global Land Data Assimilation System).**
- **Encontrar una métrica de evaluación de los productos HS satelitales que pueda ser de utilidad para usuarios finales. Para esto se propone un análisis de detección de eventos extremos basado en el Índice Estandarizado de Precipitación (IPE).**

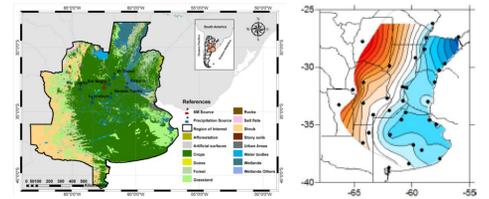
## Productos utilizados

Sistema satelital	Frecuencia y Algoritmo	Desde	Hasta	Eventos extremos analizados (IPE)	
				Secos	Húmedos
Sensor ASCAT a bordo de MeteOp-A	Banda C Algoritmo basado en detección de cambios en series de tiempo	1-Ene-2007	1-Jul-2014	4	4
Sensor MIRAS sensor a bordo de SMOS	Banda L L-MEB	14-Ene-2010	30-Oct-2014	4	5
Sensor Aquarius a bordo de SACD	SCA	25-Ago-2011	30-Oct-2014	3	4
<b>Modelo</b>					
Modelo NOAA (GLDAS)		1-Ene-2010	6-Dic-2014	4	5

## Región de interés

La **llanura pampeana** (27-40° S, 57-67° W) es una extensa planicie de más de 50 millones de ha de tierras fértiles aptas para ganado y agricultura. La Figura 1 muestra un mapa de cobertura de la llanura pampeana [2] y la distribución espacial de la media de la diferencia entre precipitación (P) y evapotranspiración (EP) (mm) del período 1970-2006 para el mes de Octubre como referencia de las características hidrológicas del área, más seco en el oeste, más húmedo en el este [3]. La región está afectada por ciclos de sequía y de episodios de inundación que impactan la producción de ganado y de cultivos.

Figura 1. Región de interés. (izquierda) Categorías de cobertura de la llanura pampeana (adaptado de [2]) y (derecha) ejemplo de la distribución espacial de P-EP para el período 1970-2006 para el mes de Octubre (adaptado de [3]).



## Análisis de anomalías y Triple Collocation (TC)

Como análisis preliminar, se evaluó la **consistencia entre los productos HS y datos in situ disponibles (red CONAE)**. Se observa que:

- 1) la correlación entre los datos satelitales y los datos in situ es baja, mientras con GLDAS es mucho más alta,
- 2) los productos satelitales presentan rangos dinámicos diferentes,
- 3) GLDAS presenta solamente una sobreestimación sistemática.

Como las estimaciones de los valores absolutos de HS presentan un bajo acuerdo con las mediciones in situ, se procedió al cálculo de **anomalías espaciales**.

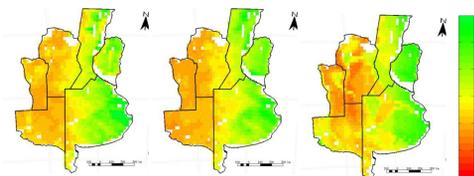


Figura 3. Anomalías espaciales de los productos HS de SMOS, ASCAT y GLDAS (Junio 2010 – Septiembre 2010).

Correlación entre anomalías de los productos (p<0.01)	
SMOS vs. ASCAT	0.879
ASCAT vs. GLDAS	0.789
SMOS vs. GLDAS	0.772

Si bien los valores absolutos de los distintos productos tienen un bajo acuerdo, **las anomalías espaciales presentan alta correlación entre ellas y patrones espaciales muy similares**. Más aún estas anomalías presentan el típico patrón este-oeste de HS. Esto indica que si bien los productos satelitales y GLDAS presentan diferentes rangos dinámicos y sensibilidad, **todos ellos contienen la misma información acerca del patrón espacial de HS en la llanura pampeana**.

Las **anomalías temporales** (Sol Negro) en general siguen las de las mediciones in situ. Asimismo, son sensibles a los eventos de precipitación. Por el contrario los valores absolutos presentan importantes desvíos de los valores in situ y también importantes diferencias entre los productos.

Es importante observar que la climatología de las mediciones in situ presenta poca variabilidad en esta zona. Por el contrario, ASCAT presenta variaciones anuales importantes con mínimos en inviernos y máximos en verano.

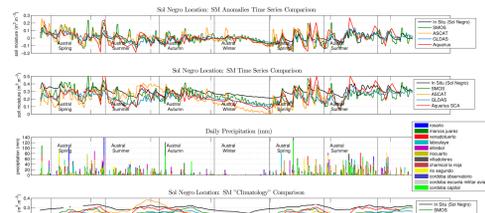


Figura 4. Anomalías temporales de HS en la primera fila. Valores absolutos de HS en la segunda. Las precipitaciones en la zona se muestran en la fila 3, la climatología de los productos HS de SMOS, ASCAT, GLDAS y Aquarius, junto con la de los datos in situ se muestran en la fila 4. El período es el coincidente con las mediciones in situ disponibles (Septiembre 12 – Enero 14).

**Resumiendo, los valores absolutos de HS presentan importantes discrepancias (rangos dinámicos, variabilidad, sensibilidad a las precipitaciones, comportamiento estacional, otros) entre ellos y con las mediciones in situ. Sin embargo el comportamiento de las anomalías temporales es bastante similar.**

Dado un triplete de anomalías de HS reales y satelitales, **TC** permite estimar el error entre ellas [1]. ASCAT y SMOS presentan distribuciones espaciales similares de los errores TC mientras que GLDAS presenta resultados más homogéneos espacialmente. ASCAT presenta mayores errores en áreas de alta biomasa (cultivos), mientras que los mayores errores para SMOS están ubicados en las áreas costeras.

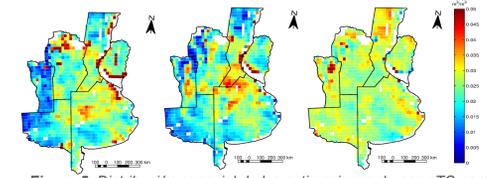


Figura 5. Distribución espacial de las estimaciones de error TC para SMOS, ASCAT y GLDAS.

Estadísticos de las estimaciones globales de TC			
	GLDAS	ASCAT	SMOS
Media	0.0273	0.0238	0.0270
Mediana	0.0268	0.0221	0.0231
DE	0.0052	0.0226	0.0473

El error TC es muy similar para estos productos. Para distintos períodos, estaciones y coberturas, los resultados son distintos, pero no permiten encontrar una respuesta a qué producto representa mejor la distribución espacio temporal de los patrones de HS en el área y período. Por lo tanto, **el análisis TC no es concluyente**.

## Análisis de eventos extremos

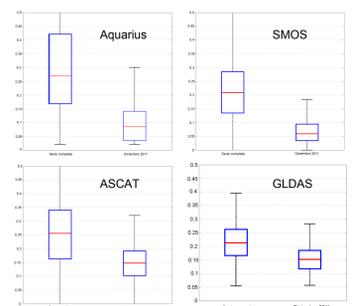


Figura 6. Diagrama de cajas de la serie completa y del evento extremo seco Dic 2011, para Aquarius, SMOS, ASCAT y GLDAS.

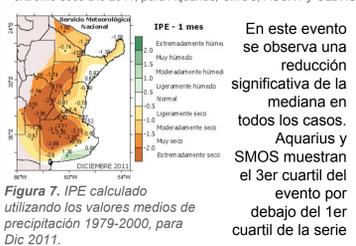


Figura 7. IPE calculado utilizando los valores medios de precipitación 1979-2000, para Dic 2011.

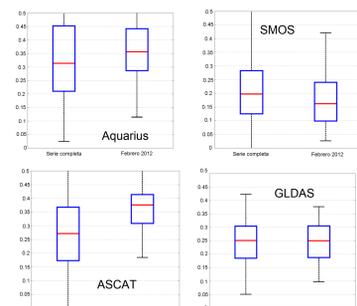


Figura 8. Idem Fig. 6 para el extremo húmedo Feb 2012.



Figura 9. Idem Fig. 7 para Feb 2012.

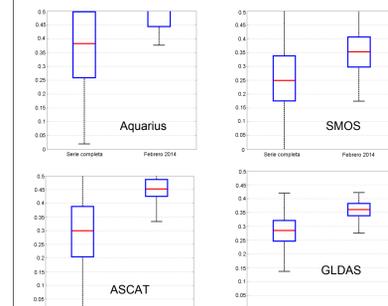


Figura 10. Idem Fig. 6 para el extremo húmedo Feb 2014.

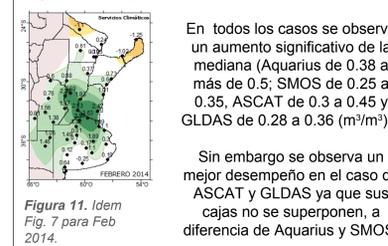


Figura 11. Idem Fig. 7 para Feb 2014.

## Conclusiones

A partir de la comparación de los productos HS de Aquarius, ASCAT, SMOS y GLDAS con datos in situ, mediante el análisis de correlaciones se pudo inferir que no es conveniente comparar valores absolutos de esta variable. Sin embargo se encontró que el comportamiento de las anomalías tanto espaciales como temporales es similar.

Mediante la implementación de TC no se logró encontrar una respuesta concluyente respecto a qué producto representa mejor la distribución espacio temporal de los patrones de HS.

	Dic 2011 Seco	Feb 2012 Húmedo	Ago 2012 Húmedo	Ago 2013 Seco	Dic 2013 Seco	Feb 2014 Húmedo	Oct 2014 Húmedo
Aquarius	Si	No	Si	No	Si	Si	No
ASCAT	Si	Si	No	Si	Si	Si	-----
SMOS	Si	No	Si	No	Si	Si	Si
GLDAS	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si

A partir del análisis de 7 eventos extremos (definidos por el IPE) se puede concluir que en general los productos poseen habilidad en su detección. Una mayor exploración de la relación entre los productos HS y el EPI se está llevando a cabo.

## Referencias

- [1] Hain, C. R., W. T. Crow, J. R. Mecikalski, M. C. Anderson, and T. Holmes, "An intercomparison of available soil moisture estimates from thermal infrared and passive microwave remote sensing and land surface modeling", *J. Geophys. Res.* 116, American Geophysical Union, USA, pp. 1-18, 2012.
- [2] INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), "Cobertura del suelo de la República Argentina. Año 2006-2009.", <http://inta.gov.ar/documentos/cobertura-del-suelo-de-la-republica-argentina.-ano-2006-2009-lccs-fao/>
- [3] Pántano, V. C. y Penabaz, O. C., "Respuesta de la situación hídrica del suelo a la variabilidad temporal de la precipitación", XI Congreso Argentino de Meteorología (CONGRESMET XI), Mendoza, Argentina, 2012.

**Agradecimientos:** a CONAE por los datos in situ; al Servicio Meteorológico Nacional por los datos de EPI. Este trabajo fue financiado parcialmente por el proyecto MinCyT-CONAE n° 12 "La Plata Basin floods and droughts: Contribution of microwave remote sensing in monitoring and prediction"