

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL DESEMPEÑO EN LA HUMEDAD DEL SUELO DE LOS MODELOS NOAH Y VIC CONAGUA 2017. CÓRDOBA, ARGENTINA, 2017

Gonzalo M. Díaz^(1,2), Silvina A. Righetti^(1,2), Lorena J. Ferreira⁽¹⁾, Álvaro Soldano⁽³⁾

(1) Servicio Meteorológico Nacional, Ministerio de Defensa. Argentina.

(2) Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA. Argentina.

(3) Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

Av. Dorrego 4019, (011) 51676767, gdiaz@smn.gov.ar, srighetti@smn.gov.ar

RESUMEN

La humedad del suelo es una de las variables más importantes en el ciclo hidrológico. Por lo tanto, su identificación es crucial para la prevención de eventos de impacto hidrológico como, por ejemplo, las inundaciones. Una de las herramientas más utilizadas para determinar la humedad del suelo es el uso de modelos de suelo, los cuales una vez validados, pueden ser útiles para producir registros continuos de humedad del suelo en regiones donde las mediciones in situ son escasas. Este trabajo propone realizar una evaluación preliminar del desempeño de dos modelos numéricos de suelo: NOAH y VIC. Se tomaron dos ubicaciones geográficas dentro de la provincia de Córdoba (S9 y S14), donde se contaba también con mediciones in situ, y se evaluaron los resultados a partir del cálculo de los estadísticos Coeficiente de Correlación (R) y Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE). En S9, la diferencia entre estadísticos de un modelo y otro no es importante. Sin embargo, en S14 el modelo NOAH representa de mejor manera a la humedad del suelo, con una mejora en los estadísticos ($R = 0.81$ y $RMSE = 0.045$), siendo el RMSE un orden de magnitud menor al encontrado con el VIC.

ABSTRACT

Soil moisture is one of the most important variables in the hydrological cycle. Thus, its identification is crucial for hydrological impact events prevention, for example, floods. One of the most known tools to define soil moisture is the application of Land Soil Models, which once are validated, may be useful for producing soil moisture continuous records in regions where in situ measurements are poor. This work proposes a preliminary performance evaluation of two numerical Land Soil Models: NOAH and VIC. Two geographic locations in Cordoba (S9 and S14) were taken, where there were also in situ measurements, and the results were evaluated based on statistical calculation like Correlation Coefficient (R) and Root Mean Square Error (RMSE). In S9, the difference between statistics from one and another model is not important. However, in S14 NOAH model has a better representation of soil moisture, with an improvement in the statistics ($R = 0.81$ y $RMSE = 0.045$), being RMSE an order of magnitude lower than the one calculated for VIC.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la humedad del suelo cumple un rol importante en el balance de agua en el sistema suelo-atmósfera y también, de forma indirecta, en el balance de energía. La problemática de esta variable rige en conocer cómo son las interacciones suelo-atmósfera en distintas condiciones hídricas. Grayson et al (1997) han comentado la importancia de la humedad del suelo para la ocurrencia de procesos hidrológicos, como son la partición del contenido de agua en el suelo entre escurrimiento, infiltración y evapotranspiración según condiciones iniciales de suelo. Para la prevención de fenómenos de impacto hidrológico, como son las inundaciones, es importante caracterizar la condición inicial de humedad del suelo previo al evento de precipitación que genera la inundación (Pathiraja et al, 2012). Debido a la falta de una red institucional de monitoreo de humedad del suelo (Spennemann, 2010), es que la simulación hidrológica, mediante el uso de modelos de suelo (LSM, por sus siglas en inglés), se vuelve una herramienta útil para generar series continuas de humedad del

suelo para distintos casos y así producir un sistema de monitoreo operativo para la prevención de eventos de impacto hidrológico. Algunos de los LSM utilizados para estos fines son: el NOAH (Chen and Duhia, 2001) y el VIC (Variable Infiltration Capacity) (Liang et al, 1994) entre otros. Por último, vale destacar que una correcta caracterización de la humedad del suelo influye directamente en la capacidad de los modelos meteorológicos de pronóstico para representar las tormentas que producen inundaciones (Dillon et al, 2016).

OBJETIVOS

Actualmente, en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se están realizando simulaciones con los modelos NOAH y VIC para analizar el comportamiento de la humedad en el suelo y poder realizar un monitoreo de las condiciones hidrológicas. Teniendo esto en cuenta, el objetivo principal de este trabajo será entonces realizar un primer análisis del desempeño de ambos modelos para simular el contenido de agua del suelo en los primeros 10 cm en algunos sitios de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se contó tanto con datos observados como simulados numéricamente durante los años 2013 y 2014. Las mediciones in-situ se tomaron de dos sitios pertenecientes a la Red Telemétrica de Humedad, Temperatura y Salinidad del Suelo de la Misión SAOCOM/SIASGE de la CONAE (Tabla 1) y fueron seleccionados por ser aquellos que contaban con más valores medidos dentro de los dominios en que se realizaron simulaciones de los LSM. Las observaciones se realizaron a 10 cm de profundidad con sondas del tipo HydraProbe II de la marca Stevens con una resolución temporal de 1 hora.

En cuanto a las simulaciones numéricas, las mismas fueron realizadas con dos modelos: NOAH y VIC. El modelo NOAH fue corrido con una resolución de 10 km, en modo desacoplado mediante el sistema HRLDAS y fue forzado cada 6 horas con análisis de GFS (0.25° de resolución espacial) y estimaciones de precipitación 3B42 (V7) de TRMM. El modelo VIC fue ejecutado en su modalidad de balance de agua y forzado con observaciones diarias de precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima e intensidad de viento medio (datos obtenidos de la red de observaciones del SMN). Esta información fue grillada mediante el método de interpolación Kriging a una retícula de 0.125° (aproximadamente 14 km).

Tabla 1.- Características de los sitios seleccionados

Nombre	Coordenadas geográficas		Período de observación
	Latitud	Longitud	
Sitio 9 (S9)	32.39 °S	62.64 °O	01/01 al 31/12 de 2014
Sitio 14 (S14)	30.98 °S	61.41 °O	01/01 al 31/12 de 2013

Para analizar el desempeño de ambos modelos se evaluaron los estadísticos de correlación (R) y la raíz del error cuadrático medio (RMSE, por sus siglas en inglés).

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En las Figuras 1 y 2 se presenta la evolución temporal de la humedad en el suelo modelada y observada en ambos sitios de estudio. Lo primero que se puede notar es que la cantidad de datos observados no es la misma en ambos sitios, siendo mayor en el S14 (85%) que en el S9 (43%). A pesar de este problema se considera trabajar con esas observaciones. También se puede observar que, en ambos sitios, VIC siempre presenta mayores valores de humedad que NOAH y lo observado. Es importante destacar que si bien los valores de VIC son mayores, la forma de la variación temporal es similar entre los modelos. Otra característica que se puede apreciar en la Figura 1 es que en S14, de enero a principios de junio, el modelo NOAH simula muy bien la humedad observada, pero a partir de un falso dato de precipitación, brindado por la estimación satelital, NOAH también pasa a sobrestimar el valor observado. Luego, para fines del mes de octubre, ambas curvas tienden nuevamente a presentar valores similares. Si se analiza el tiempo que tarda cada modelo en perder la humedad de su primer capa de suelo, se puede notar que siempre el NOAH tiende a secarse más rápido que el VIC y este comportamiento es bastante parecido al observado.

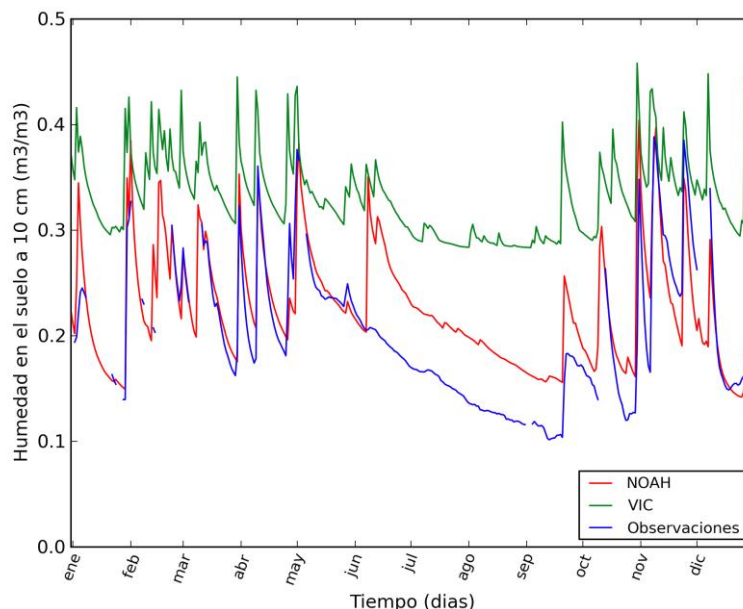


Figura 1.- Evolución temporal de la humedad en el suelo a 10 cm (m^3/m^3) en el Sitio 14 durante el año 2013. En rojo se presenta el modelo NOAH, en verde el VIC y en azul las observaciones.

En el sitio 9 (Figura 2), a diferencia de lo observado en S14, el modelo VIC comienza simulando de mejor modo la humedad en el suelo. Sin embargo, a mediados del mes de mayo se puede ver como el VIC comienza a sobrestimar los valores observados, mientras que el NOAH los subestima. Hacia el fin del período de estudio se aprecia un mejor ajuste a las observaciones por parte del NOAH que del VIC. En este sitio no se observan diferencias notorias entre ambos modelos en la velocidad de pérdida de humedad.

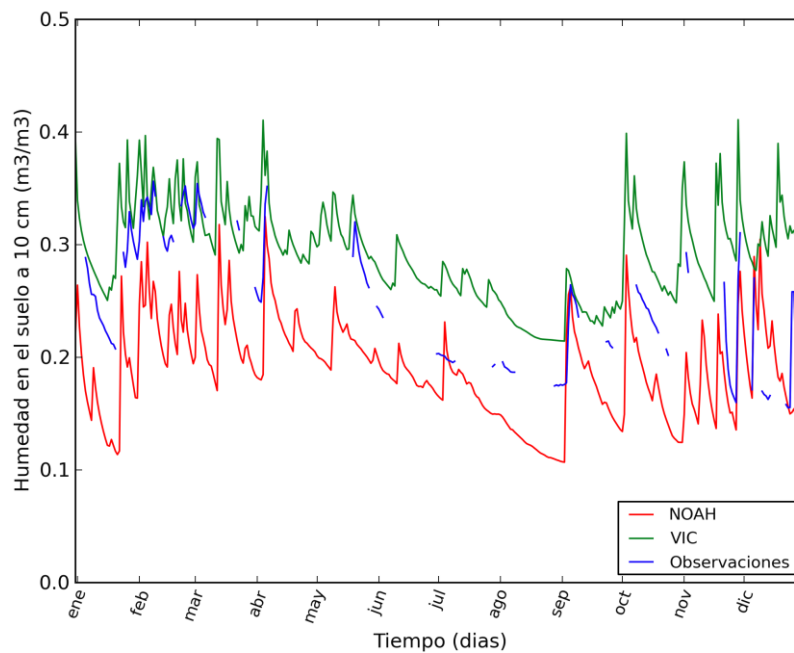


Figura 2.- Evolución temporal de la humedad en el suelo a 10 cm (m^3/m^3) en el Sitio 9 durante el año 2014. En rojo se presenta el modelo NOAH, en verde el VIC y en azul las observaciones.

La Tabla 2 muestra los estadísticos RMSE y R para los sitios estudiados. Se puede apreciar que los resultados obtenidos para S14 son mejores al utilizar el NOAH que el VIC. La correlación es mayor y más cercana a 1, siendo 0.810 para NOAH y 0.720 para VIC. El RMSE se encuentra más cercano a 0 para el NOAH, con un valor de 0.045 contra un valor de 0.136 para VIC, un orden de magnitud menor de NOAH con respecto a VIC. En el caso de S9, los valores de correlación son muy similares tanto para NOAH como para VIC, pero no así para RMSE. Para este último, el valor de VIC se encuentra más cercano a cero que el de NOAH.

Tabla 2.- Valores de RMSE y R entre la humedad en el suelo observada y modelada con NOAH y VIC en los sitios S14 y S9

	RMSE		R	
	VIC	NOAH	VIC	NOAH
Sitio 9	0.063	0.073	0.650	0.660
Sitio 14	0.136	0.045	0.720	0.810

CONCLUSIONES

Se observó que en ambos sitios el modelo VIC tendía a presentar mayores valores de humedad que el NOAH, siendo esta diferencia en algunos momentos mayor a $0.1 m^3/m^3$. En cuanto al análisis de estadísticos, el NOAH en el S14 presenta mejores valores de R y RMSE que el VIC. Sin embargo, en el S9 la diferencia entre los estadísticos de ambos modelos no es tan notoria, siendo un poco mejor la representación del VIC por tener un RMSE levemente menor que el de NOAH.

Las discrepancias entre los modelos pueden encontrarse asociadas, en parte, a tres efectos: 1. Los forzantes meteorológicos, 2. La conductividad hidráulica (Ksat) y 3. El uso de suelo. Con respecto al primer efecto, ambos modelos utilizan distintos forzantes

meteorológicos, pudiendo esto impactar en los resultados modelados. Por otro lado, en la Tabla 3, se observa cuan distintos son los parámetros asociados a los otros dos efectos tanto para el NOAH como para el VIC. Considerando esto podemos concluir que las diferencias que existen en la humedad del suelo entre estos dos modelos pueden estar fuertemente influenciadas por estos efectos.

Tabla 3.- Parámetros de los modelos numéricos para S9 y S14

Parámetros		Sitio 9	Sitio 14
Ksat [mm/día]	NOAH	292.03	84.15
	VIC	211.37	84.15
Uso de suelo	NOAH	Cropland/Woodland Mosaic	Dryland Cropland and Pasture
	VIC	Woodland/Wooded Grasslands/Grasslands/Cropland	Wooded Grasslands/Cropland

Agradecimiento. A CONAE por facilitar la información de la Red Telemétrica de Humedad, Temperatura y Salinidad del Suelo de la Misión SAOCOM/SIASGE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chen and Dudhia J. (2001). "Coupling an advanced land surface–hydrology model with the Penn State–NCAR MM5 modeling system. Part I: Model implementation and sensitivity". *Monthly Weather Review*. Vol. 129, 569–585.

Dillon M. E., Collini E. A. and Ferreira L. J. (2016). "Sensitivity of WRF short-term forecasts to different soil moisture initializations from the GLDAS database over South America in March 2009". *Atmospheric Research*, Vol. 167, 196–207.

Grayson R.B., Western A.W. and Chiew F.H.S. (1997). "Preferred states in spatial soil moisture patterns: Local and nonlocal controls". *Water Resources Research*, Vol. 33, No. 12, 2897-2908.

Liang X., Lettenmaier D. P., Wood E. F. and Burges S. J. (1994). "A simple hydrologically based model of land surface water and energy fluxes for general circulation models". *J. Geophys. Res.*, Vol. 99 (D7), 14415–14428.

Pathiraja S., Westra S. and Sharma A. (2012). "Why continuous simulation? The role of antecedent moisture in design flood estimation". *Water Resources Research*, Vol. 48.

Spennemann P. (2010). "Evaluación de la representación de la humedad de suelo por el modelo WRF-ARW" (Graduate Thesis) Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of Buenos Aires.