



## Impacto de los cambios de uso del suelo sobre el escurrimiento superficial en zona de llanura. Caso de estudio, cuenca superior del arroyo Del Azul

**Ana María Pinilla<sup>2</sup>, Cristian Guevara<sup>1,4</sup>, Bruno Lara<sup>3,4</sup>, Eduardo Kruse<sup>2,4</sup> y Cesar Suaza<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo J. Usunoff", República de Italia 780 (B7300), Azul, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Programa de posgrado en Ecohidrología. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Calle 47 N°200 (CP1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Laboratorio de Investigación y Servicios en Teledetección de Azul (LISTA), Facultad de Agronomía (UNCPBA), Av. República de Italia 780, Azul, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Av. Rivadavia 1917, (C1033AAJ). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Email: anamapm123@gmail.com

### RESUMEN

Una de las grandes problemáticas a nivel mundial es la creciente demanda de alimentos. Esto ha provocado cambios en el uso del suelo en zonas con alto potencial agrícola. Para comprender el impacto que estas transformaciones causan a la dinámica hídrica, se cuantificó la variación del escurrimiento superficial bajo escenarios de cambios de usos del suelo, en la cuenca superior del arroyo Del Azul. Se utilizó el modelo numérico Soil and Water Assessment Tool (SWAT), con el que se realizó una simulación para un período de 13 años (2003-2015) y se contrastó con tres mapas de usos del suelo (2006-2007, 2010-2011 y 2015-2016), elaborados a partir de imágenes satelitales. El escurrimiento superficial promedio anual presentó variaciones de 41mm (mapa 2006-2007), 35.3 mm (mapa 2010-2011) y 43 mm (mapa 2015-2016). Este estudio concluye que el escurrimiento superficial responde en parte a la dinámica del tipo de cobertura y a la temporalidad de la superficie cubierta.

Palabras claves: USOS DEL SUELO - ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL – SWAT.

### Introducción

La modificación de las coberturas y los usos del suelo han provocado cambios en los ecosistemas terrestres. Uno de ellos, es la pérdida de las múltiples formas de diversidad, afectando la estabilidad y complejidad de los ecosistemas (Gliessman, 2007). Un claro ejemplo de esto, es el fenómeno de agriculturización que se ha evidenciado en los últimos 25 años en la región pampeana (Paruelo et al. 2005). Este fenómeno, ha conducido a una simplificación del paisaje agrícola, reemplazando coberturas naturales por cultivos de secano como trigo y soja, a causa de las exportaciones. (Aizen et al. 2009).

Además de la pérdida de servicios ecosistémicos, los cambios en el uso del suelo y las variaciones climáticas, afectan la respuesta hidrológica en cuencas ubicadas en zonas de

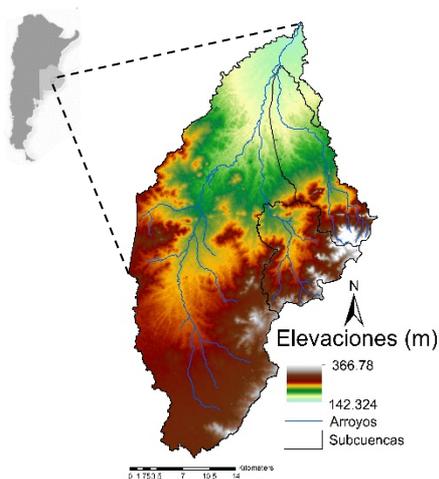
llanura. (Paruelo et al. 2005; Maenza et al. 2017). Sin embargo, actualmente son pocos los estudios que detallen cómo las diferentes coberturas y usos del suelo inciden de distinta forma sobre las variables del balance hídrico, como es el escurrimiento superficial (SURQ). Es importante analizar la respuesta del SURQ bajo escenarios de uso del suelo, debido a que la integración de estas dos variables permite comprender la dinámica de la erosión hídrica y el riesgo de inundaciones (Guerschman. 2005).

El objetivo de este estudio es cuantificar el SURQ bajo escenarios de cambios de usos del suelo en la cuenca superior del arroyo Del Azul.

## Materiales y Métodos

### Zona de estudio

La cuenca superior del Arroyo del Azul (CSAA) (Fig. 1), ubicada en el centro de la provincia de Buenos Aires, tiene un área superficial de 1026 km<sup>2</sup>. Sus límites son: al norte con la ciudad de Azul, al oeste con la ciudad de Olavarría, al este con la ciudad de Tandil y al sur con la ciudad de Chillar.



### Modelo SWAT

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) es un modelo semidistribuido continuo de paso diario (Arnold et al., 2012). Este modelo permite evaluar el impacto del uso del suelo tanto en el flujo superficial como subterráneo.

Para simular el escurrimiento superficial con el modelo SWAT se usaron los siguientes datos de entrada:

1. Datos climáticos: se utilizaron 7 estaciones meteorológicas con información diaria de precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar y evapotranspiración potencial, para el periodo del 2003 al 2015.
2. Modelo Digital del Terreno (MDT): Se utilizó el Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

con una resolución de 30 metros, corregido por Guevara et al. (2019).

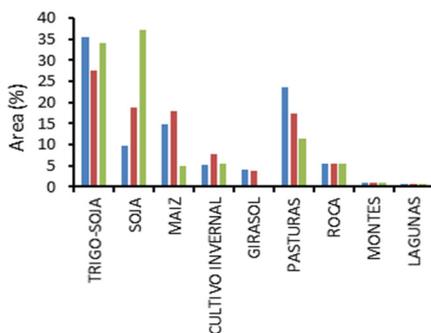
3. Mapa de tipo de suelo: se usó el mapa del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 1992) a escala 1:50000.
4. Mapas de usos del suelo: se construyeron tres mapas de usos del suelo a partir de imágenes satelitales MODIS (producto MOD13Q1) y LANDSAT (7 y 8), suministradas por La Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA), para los periodos 2006-2007 (P1), 2010-2011 (P2) y 2015-2016 (P3). A partir de la metodología de Guevara et al. (2018) se pudo determinar los principales usos y coberturas del suelo en la CSAA.

La simulación se realizó para un periodo de 13 años (2003-2015) y se tomó un periodo de calentamiento de 3 años (2003-2005) para la estabilización de las condiciones iniciales del modelo. La calibración se hizo para los años 2006-2011 donde se obtuvo un ajuste estadístico  $R^2=0.56$  y  $NS=0.47$  y se validó para el periodo 2012-2015 con un  $R^2=0.53$  y  $NS=0.51$ .

## Resultados y Discusión

En la Fig. 2, se muestran los principales usos y coberturas del suelo en la CSAA para los tres periodos de estudio. El porcentaje de área destinada para cultivos fue aumentando aproximadamente 6% en cada periodo, desplazando el territorio ocupado por pasturas y pastizales naturales (PPN).

El aumento de soja, normalmente sembrada en octubre-noviembre, y la implementación de la combinación trigo-soja o soja de segunda que se siembra a partir del mes de diciembre precediendo la cosecha de trigo, conlleva a una intensificación en el uso del suelo. Para el P3, estos cultivos de soja y trigo-soja, abarcaron el 72% de la superficie de la CSAA reduciendo el territorio ocupado por otras coberturas. Las PPN ocuparon solo un 11.4% principalmente en la zona norte de la cuenca, donde predomina el pastoreo. Los cultivos invernales y maíz se redujeron a 5.5 y 4.9%, respectivamente. Y los cultivos de girasol fueron tan insignificantes que no fue posible detectarlos con la metodología empleada.

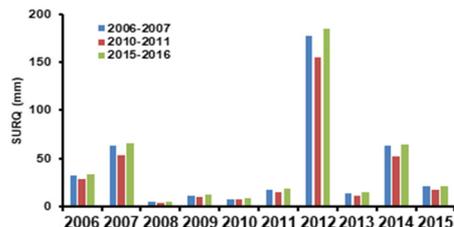


**Fig. 2.** Porcentaje de área cubierta por las diferentes coberturas y usos del suelo de la CSAA para los periodos 2006-2007 (P1=Azul), 2010-2011 (P2=rojo) y 2015-2016 (P3=verde).

En la Fig. 3, se presenta la comparación de la respuesta promedio anual del SURQ para el periodo 2006-2015, con los 3 escenarios de usos del suelo propuestos. La respuesta del SURQ se puede evidenciar mejor en los años donde se registraron mayores precipitaciones (Tabla 1). Con estos resultados, se encontró que el SURQ aumentó 5% del P1 al P3. Estos dos periodos se asemejan en el porcentaje de superficie cubierta por trigo-soja (P1=35.5% y P3=34%) y cultivos de invierno (P1=5.2%, P3=5.5%). En cuanto al P2 respecto al P1, el SURQ disminuyó 16%. En el P1, la zona norte de la cuenca está cubierta en mayor proporción por PPN (23.7%) y maíz (14.8%). Mientras que en el P2, las diferentes coberturas ocupan un porcentaje similar entre ellas (Trigo-soja=27.5%, soja=18.8%, Maíz=18%, PPN=17.3%, C. invernala=7.6% y girasol=3.8%) y están distribuidas en pequeñas parcelas a lo largo de toda la cuenca. Por último, para el P3 el SURQ aumento 23% respecto al P2. Una de las características más notorias en el P2, es la diversidad de cultivos a lo largo de toda la cuenca. Mientras que en el P3, los cultivos de soja y trigo-soja predominaron, y solo un 21.8% fue ocupado por otras coberturas, principalmente en la zona con pendientes menores al 1%.

**Tabla1.** Comparación del escurrimiento superficial para los años más húmedos del periodo simulado para los tres escenarios propuestos

Año/Periodo	SURQ (mm)		
	P1	P2	P3
2007	63.21	53.43	66.27
2012	176.88	154.66	184.88
2014	63.53	52.37	64.8



**Fig. 3** Comparación del escurrimiento superficial promedio anual de la CSAA para el periodo de simulación 2006-2015 con los escenarios (P1=Azul), (P2=rojo) y (P3=verde).

## Conclusiones

De acuerdo al objetivo planteado, se encontró que el SURQ aumento 5% con el P3, respecto a la respuesta con el P1. En cuanto al P2 con respecto al P1 disminuyó un 16% y para el P3 respecto a el P2 aumentó el 23%. Con estos resultados se concluye que el escurrimiento superficial en la cuenca superior del arroyo del Azul, responde en cierta medida a la dinámica del tipo de cobertura y temporalidad de la superficie cubierta.

## Referencias

- Aizen M.A., Garibaldi L.A. y Dondo M. 2009. Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. *Ecología austral*, 19(1), 45-54.
- Arnold J.G., Kiniry J.R., Srinivasan R., Williams J.R., Haney E.B. y Neitsch S.L. 2012. Soil & Water Assessment Tool Input/Output Documentation Version 2012. Texas Water Resources Institute, TR-439, pp. 1-654.
- Gliessman S.R. 2007. *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. USA. CRC Press.
- Guerschman J.P. 2005. Análisis regional del impacto de los cambios del uso de la tierra sobre el funcionamiento de los ecosistemas de la región pampeana (Argentina). Tesis de Doctorado. Escuela para Graduados Alberto Soriano. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 130 pp.
- Guevara Ochoa C., Vives L., Zimmermann E., Masson I., Fajardo L. y Scioli C., 2019. Analysis and correction of digital elevation models for plain areas. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Doi: 10.14358/PERS.85.3.209.
- Guevara Ochoa C., Lara B., Vives L., Zimmermann E. y Gandini M. 2018. Una metodología para la caracterización del uso del suelo mediante imágenes de media resolución espacial. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 24(2), 207-218. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.10.061>.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 1992. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3760-16-3 Azul sur, Hoja 3760-22-1 base Azopardo.
- Maenza R.A., Agosta E.A. y Bettolli M.L. 2017. Climate change and precipitation variability over the western 'Pampas' in Argentina. *International Journal of Climatology*, 37(S1), 445-463. <https://doi.org/10.1002/joc.5014>
- Paruelo J.M., Guerschman J.P. y Verón S.R. 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia hoy*, 15(87), 14-23.